

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ORANLARDA L-KARNİTİN İLAVE EDİLEN YEMLERLE
BESLENEN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus* L.1758) YAVRULARININ
BÜYÜME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ**

M. Nurullah ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2012

**FARKLI ORANLARDA L-KARNİTİN İLAVE EDİLEN YEMLERLE
BESLENEN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus* L.1758) YAVRULARININ
BÜYÜME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ**

M. Nurullah ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu Çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: 2011.02.0121.037**

2012

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ORANLARDA L-KARNİTİN İLAVE EDİLEN YEMLERLE
BESLENEN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus* L.1758) YAVRULARININ
BÜYÜME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

M. Nurullah ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 12.07/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (30.) not takdir edilerek
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Mehmet ÖZBAŞ.....
(Danışman)

Doç.Dr. Erkan GÜMÜŞ.....

Doç.Dr. Mustafa ERTÜRK.....

ÖZET

FARKLI ORANLARDA L-KARNİTİN İLAVE EDİLEN YEMLERLE BESLENEN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus* L.1758) YAVRULARININ BÜYÜME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

M. Nurullah ARSLAN

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZBAŞ

Haziran 2012, 47 Sayfa

Bu çalışmada, japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavru yeminde L-karnitin, balıkların büyüme ve gelişmesine etkisi araştırılmıştır. Protein (% 40), yağ (% 6) ve enerji (3540 kcal kg⁻¹ sindirilebilir enerji) değerleri eşit beş farklı yem hazırlanmıştır. Hazırlanan deneme yemlerine 0 (kontrol grubu), 250, 500, 750 ve 1000 mg kg⁻¹ oranında L-karnitin ilave edilmiştir. Deneme, her grupta yirmi balık olacak şekilde üç tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanarak 65 lt'lik cam akvaryumlarda 84 gün süre ile yürütülmüştür. Başlangıç ağırlıkları 0,311±0,01 g olan balıklar günde iki kez doyuncaya kadar beslenmiştir. Bu çalışmada deneme grubu balıkların büyüme performansları ve yem kullanımları araştırılmıştır.

Deneme sonunda, canlı ağırlık artışı, kondüsyon faktörü, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı, protein etkinlik oranı bakımından gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık bulunmamıştır. Deneme gruplarının tamamında yaşama oranı % 100'dür. Sonuç olarak, yeme L-karnitin eklenmesinin japon balığı yavrularının büyüme ve yem dönüşüm oranı üzerine olumlu bir etkisi tespit edilememiştir.

ANAHTAR KELİMELER: L-karnitin, japon balığı, *Carassius auratus*, büyüme

JÜRİ: Yrd.Doç.Dr. Mehmet ÖZBAŞ

Doç.Dr. Mustafa ERTÜRK

Doç.Dr. Erkan GÜMÜŞ

ABSTRACT

DETERMINATION OF GROWTH PERFORMANCE OF GOLDFISH (*Carassius auratus* L.1758) FRY FED WITH DIETS SUPPLEMENTED DIFFERENT LEVELS OF L-CARNITINE

M. Nurullah ARSLAN

M. Sc. Thesis in Aquaculture

Adviser: Asst. Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ

June 2012, 47 pages

In this study, the effect of L-karnitin on growth in diets for goldfish fry, *Carrasius auratus* was investigated. Five isonitrogenous, isolipidic and isoenergetic diets were formulated to contain 40% protein, 6% lipid and 3540 DE kcal kg⁻¹. L-karnitin was supplemented by 0 (control group), 250, 500, 750 ve 100 mg kg⁻¹. Goldfish fry were reared in 65 lt glass aquaria maintained in stagnant water. Each dietary treatment was tested in triplicate groups of 20 fish per aquarium in a completely randomized design. Fish with average weight of 0,311±0,01 g were fed the diets twice per daily to apparent satiation for 84 days. In the experiment, diets were evaluated based on growth performance and diet utilization.

End of the research, there was no significant difference in growth performance, condition factor, specific growth rate, feed conversion ratio and protein efficiency ratio between dietary treatments. Survival was similar for all dietary treatments (100%). In conclusion, supplemental dietary L-carnitine has no beneficial effects on improving growth performance and feed conversion ratio in goldfish fry.

KEY WORDS: L-carnitine, goldfish, *Carassius auratus*, growth

COMMITTEE: Asst.Prof.Dr. Mehmet ÖZBAŞ

Assoc.Prof.Dr. Mustafa ERTÜRK

Assoc.Prof.Dr. Erkan GÜMÜŞ

ÖNSÖZ

Ülkemizde hızla gelişen su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe akvaryum balıkları yetiştiriciliğinin de önemi gün geçtikçe artmaktadır. Japon balıkları akvaryum balıkları arasında en fazla tercih edilen ve sevilen balık türüdür. Bu nedenle japon balıklarının üretimi aşamasında hızlı bir şekilde büyümeleri ve pazara sunulmaları oldukça önemlidir. Son zamanlarda L- karnitin üzerine yapılan araştırmalar hız kazanmaktadır. Özellikle L- karnitin stres faktörlerine karşı direnç, besin maddelerinden daha iyi yararlanmaya katkı sağlaması, büyüme ve gelişmeyi hızlandırması üzerine çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada L-karnitin ilave edilen yemlerle beslenen Japon balıklarının büyüme ve gelişmesi üzerine etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren ve yardımcı olan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZBAŞ'a, sadece yüksek lisans eğitimim değil, hayatımın her aşamasında maddi ve manevi büyük desteklerini gördüğüm çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. B. Ahmet BALCI'ya, yüksek lisans eğitimim boyunca hiçbir konuda yardımını esirgemeyen çok değerli arkadaşım Arş. Gör. Baki AYDIN'a ve ayrıca bu tezi destekleyen Akdeniz Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri birimine ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin hazırlanması esnasında çok büyük fedakârlıklarla bana hem maddi hem manevi destek sağlayan bütün aile fertlerime teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu tezi çok sevdiğim sevgili anneme adıyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Japon Balıklarının Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri.....	3
2.2. Japon Balıklarının Beslenmesi Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	4
2.3. L-karnitin Nedir?.....	5
2.4. L-karnitin ile Yapılmış Besleme Çalışmaları.....	7
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Deneme yeri ve süresi.....	16
3.1.2. Deneme alanı.....	16
3.1.3. Balık materyali.....	17
3.1.4. Deneme yemlerinin yapımında kullanılan hammaddeler.....	17
3.1.5. Yem materyali.....	18
3.2. Metot.....	20
3.2.1. Deneme planı.....	20
3.2.2. Balıklarının yemlenmesi.....	20
3.2.3. Akvaryumların bakımı.....	21
3.2.4. Ölçümler.....	21
3.2.4.1. Ağırlık ve boy ölçümleri.....	21
3.2.4.2. Denemede kullanılan su parametrelerinin ölçümü.....	21
3.2.5. Kimyasal analizler.....	22
3.2.5.1. Nem ve kuru madde analizi.....	22
3.2.5.2. Ham protein analizi.....	22

3.2.5.3. Ham yağ analizi.....	23
3.2.5.4. Ham kül analizi.....	23
3.2.5.5. Yemlerin enerji içeriklerinin belirlenmesi.....	24
3.2.6. Büyüme parametreleri.....	24
3.2.6.1. Ortalama canlı ağırlık artışı.....	24
3.2.6.2. Yüzde canlı ağırlık artışı.....	24
3.2.6.3. Spesifik büyüme oranı.....	25
3.2.6.4. Kondüsyon faktörü.....	25
3.2.7. Yem değerlendirme parametreleri.....	26
3.2.7.1. Yem değerlendirme oranı.....	26
3.2.7.2. Protein etkinlik oranı.....	26
3.2.8. Yaşama oranı.....	26
3.2.9. İstatistiksel analizler.....	27
4. BULGULAR.....	28
4.1. Büyüme Parametreleri.....	28
4.1.1. Canlı ağırlıklar.....	28
4.1.2. Boyca büyüme.....	29
4.1.3. Kondüsyon faktörü.....	30
4.1.4. Ortalama canlı ağırlık artışı.....	31
4.1.5. Yüzde canlı ağırlık artışı.....	32
4.1.6. Spesifik büyüme oranı.....	33
4.2. Yem Değerlendirme Parametreleri.....	34
4.2.2. Yem değerlendirme oranı.....	34
4.2.3. Protein etkinlik oranı.....	35
4.4. Yaşama Oranı.....	36
5. TARTIŞMA.....	37
6. SONUÇ.....	40
7. KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

BU	Balık unu
SKU	Soya küspesi unu
SE	Sindirilebilir enerji
CAA	Canlı ağırlık artışı
OCAA	Ortalama canlı ağırlık artışı
YCAA	Yüzde canlı ağırlık artışı (%)
SBO	Spesifik büyüme oranı
PEO	Protein etkinlik oranı
YDO	Yem değerlendirme oranı
KF	Kondüsyon faktörü
CaHPO ₄ 2H ₂ O	Kalsiyum hidrojen fosfat
CMC	Karboksimetil selüloz

Kısaltmalar

ml	Mililitre
lt	Litre
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
mm	Milimetre
cm	Santimetre
kj	Kilojul
kcal	Kilokalori

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. L-karnitin'in açık formülü.....	6
Şekil 3.1. Denemenin yapıldığı sistem ve deneme akvaryumları.....	16
Şekil 3.2. Denemede kullanılan japon balığı (<i>Carassius auratus</i> L.1758)	17
Şekil 4.1. Denemede yavru balıkların canlı ağırlık ortalamaları	29
Şekil 4.2. Denemede yavru balıkların ortalama boyları	30
Şekil 4.3. Denemede yavru balıkların ortalama kondüsyon faktörü değerleri.....	31
Şekil 4.4. Denemede yavru balıkların ortalama canlı ağırlık artışları.....	32
Şekil 4.5. Denemede yavru balıkların ortalama yüzde canlı ağırlık artışı	33
Şekil 4.6. Denemede yavru balıkların ortalama spesifik büyüme oranları	34
Şekil 4.7. Denemede yavru balıkların ortalama yem değerlendirme oranları	35
Şekil 4.8. Denemede yavru balıkların ortalama protein etkinlik oranları	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonu..	18
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan rasyonların yapısı	19
Çizelge 3.3. Deneme yemlerinin besin madde içerikleri	20
Çizelge 3.4. Deneme süresince akvaryumlardaki ortalama su kalite parametreleri.....	21
Çizelge 4.1. Denemede yavru balıkların canlı ağırlık ortalamaları.....	28
Çizelge 4.2. Denemede yavru balıkların ortalama boyları.....	29
Çizelge 4.3. Denemede yavru balıkların ortalama kondüsyon faktörü değerleri.....	30
Çizelge 4.4. Denemede yavru balıkların ortalama canlı ağırlık artışları.....	31
Çizelge 4.5. Denemede yavru balıkların ortalama yüzde canlı ağırlık artışları.....	32
Çizelge 4.6. Denemede yavru balıkların ortalama spesifik büyüme oranları	33
Çizelge 4.7. Denemede yavru balıkların ortalama yem değerlendirme oranları	34
Çizelge 4.8. Denemede yavru balıkların ortalama protein etkinlik oranları.....	35

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu her geçen gün artmakta ve özellikle de büyük kentlerde yaşayan insanların günlük yaşamlarını zorlaştırmaktadır. Bu zorlu yaşam ve çalışma koşulları insanlarda aşırı derecede strese neden olmaktadır. İnsanların stresten uzaklaşması için yaşadığı çevreyi güzelleştirmek ve doğal güzellikleri insanların bulunduğu yaşam ortamlarına taşımak amacıyla önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların başında büyük yaşam parkları gelmektedir. Bu parkların bir parçası olan yapay gölet ve havuzlar çeşitli süs balıkları ile balıklandırılarak parkların görselliği arttırılmaktadır. Bu süs balıklarının en önemlilerinden birisi, altın parlaklığında olan japon havuz balıkları (*Carrasius auratus* L.1758)'dır. Japon balıkları gerek renk kompozisyonu, gerekse yüzgeç özelliklerinden dolayı buldukları ortama ayrı bir güzellik katarak, insanların dinlenmesine ve streslerinden uzaklaşmasına yardımcı olmaktadır. Benzer uygulamalar iş ve ev gibi yaşam ortamlarında da gerçekleştirilmektedir (Barım 1998, Barım Öz ve Özdemir 2005).

Japon balıklarının süs balığı olarak havuzlarda tutulması ve yetiştiriciliğinin Çin'de M.Ö. 2000 yıllarına kadar uzandığı bildirilmektedir (Alpbaz 1993). Japon balıklarının güzel görünümlü ve bakımlarının birçok türe göre kolay olması bu balıklara olan ilgiyi arttırmaktadır. Teknolojik gelişmelerin çok hızlı bir şekilde arttığı günümüzde şimdiye kadar hobi olarak ele alınan akvaryum dünyası, tüm Dünya'da olduğu gibi, Türkiye'de de gelişen, ayrıca pek çok insanın geçimini sağladığı önemli bir sektör haline gelmiştir (Hekimoğlu 2005, Hekimoğlu vd 2005).

Bilindiği gibi yetiştiricilikte en önemli nokta, optimum çevre koşullarında, mümkün olan en düşük maliyetle yüksek kalitede ürün elde edebilmektir. Ürün kalitesi ve kalitenin yükseltilmesiyle ilgili çalışmalar, farklı tür ve konularda yürütülmektedir. Üretimi yapılan türlerle ilgili olarak, yetiştiricilik şartlarının optimize edilmesi, hastalık etmenlerinin ortadan kaldırılması ve uygun yem gereksinimlerinin en iyi şekilde belirlenmesi gibi konular büyük önem taşımaktadır (Taşbozan 2005, Aksoy 2006, Taşbozan ve Gökçe 2007).

Akvaryum balıkçılığı yurdumuzda son yıllarda gelişmiş ve önemli bir iş kolu durumuna gelmiştir. Ancak, yurdumuzda talep gören akvaryum balıklarının büyük bir

bölümü dış ülkelerden karşılanmakta ve bunun için önemli miktarlarda döviz (10-15 milyon \$ yıl⁻¹) harcanmaktadır (Çalım 2010).

Akvaryum sektörünün en çok talep gören ve önemli süs balıklarından birisi olan japon balıkları dış alımda da en büyük payı oluşturmaktadır. Bunlar, akvaryum balıkları piyasasında en çok tanınan ve sürümü en fazla olan balıklar arasında olup, birim fiyatı diğer akvaryum balıklarına oranla oldukça yüksektir (Yanar ve Tekelioğlu 1999, Türkmen ve Alpbaz 2001, Çalım 2010).

Akvaryum sektöründe Japon balıklarının ekonomik değeri balık büyüklüğüne ve rengine bakılarak değerlendirilmekte ve fiyatlandırılmaktadır (Alpbaz 1993, Türkmen ve Alpbaz 2001). Ancak Japon balıklarında karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi pazar büyüklüğüne geç ulaşmasıdır (Yanar ve Tekelioğlu 1999, Türkmen ve Alpbaz 2001). Farklı türlerin büyüme performanslarının artırılmasına yönelik pek çok çalışma bulunmakla birlikte son yıllarda balıkların büyüme performanslarının artırılmasına yönelik yemlere L-karnitin ilave edilerek yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir (Der Yang 2009, Dikel vd 2010). L-karnitin ilâvesinin birçok balık türünde, büyüme ve yem etkinliğinin artırılmasının yanı sıra, vücuttaki yağ depolanmasında azalttığı saptanmıştır (Santulli ve D'Amelio 1986, Torreale vd 1993, Chatzifotis vd 1995, Aksoy 2006).

Su ürünleri alanında 30 yılı aşkın bir süredir L-karnitin ile ilgili çalışmalar yapılmakta ve yetiştiriciliğin her aşamasında faydaları araştırılmaktadır (Aksoy 2006).

Bu çalışmada, dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği en fazla yapılan akvaryum balığı türlerinden biri olan japon balığı (*Carrasius auratus* L.1758) yavrularının yemlerine L-karnitin ilavesinin, yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, yaşama gücü ve yem değerlendirme üzerine nasıl bir etki yapacağı araştırılması amaçlanmıştır. Özellikle japon balığı yetiştiriciliğinin en önemli aşamalarından birisi olan yavru döneminde böyle bir araştırma olmadığı için bu çalışmanın orijinal olacağı düşünülmüştür.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Japon Balıklarının Biyolojik ve Ekolojik Özellikleri

Ülkemizde “Japon havuz balığı” olarak isimlendirilen *Carassius auratus*’ un sistematikteki yeri aşağıda belirtilmiştir (Ekingen 1988).

ALEM	: Animalia
ALT ALEM	: Metazoa
BÖLÜM	: Chordata
ALT BÖLÜM:	Vertebrata
ÜST SINIF	: Gnathostomata
SINIF	: Osteichthyes
ALT SINIF	: Actinopterygii
ÜST TAKIM	: Teleostei
TAKIM	: Cypriniformes
ALT TAKIM	: Cyprinoidei
AİLE	: Cyprinidae
CİNS	: Carassius
TÜR	: <i>Carassius auratus</i> L.1758

Japon balıkları zooloji biliminde ilk kez Linne isimli araştırmacı tarafından (1707-1778) *Carassius auratus* olarak latince isimlendirilmiştir. Hem Çin hem de Japon orijinli olanlarına altın parlaklığında olmalarından dolayı “gold fish” (altın renkli balık) adı verilmiştir (Alpbaz 1993).

Tarihi Çin kayıtlarına göre kırmızı renkli Japon balığına M.S. 265-316 yıllarında rastlanılmaktadır. Çin’de üretimine 700-800 yıllarında başlanılmıştır. 1500 yıllarında ise yuvarlak veya oval cam kaplarda Japon balıklarının evlerde tutuldukları bildirilmektedir (Alpbaz 1993). Bu zamandan beri de akvaryumlarda yetiştirilen kırmızı balıklar üzerinde uygulanan seleksiyon çalışmaları sonucunda pek çok yeni tür geliştirilmiştir. 1780 yılında yapılmış olan bir tabak üzerinde 8 çeşit kırmızı sazan balığının resimlenmiş olması bu yıllarda bu ayrımın başlamış olduğunu göstermektedir (Alpbaz 1993).

Demersal ve potamodrom olan japon balıkları, orta kuşak, tropik ve subtropik tatlı sularda yaşayabilir, soğuk suları da çok iyi tolere ederler. Nehir, göl, havuz ve su birikintilerinde doğal olarak yaşarlar. Bazen acı ve tuzlu sularda da rastlanabilirler. Su bitkileri üzerine yumurta bırakırlar ve larvaları pelajiktir. Omnivordurlar; küçük krustaseler, böcek larvaları, detritus hatta su bitkileri gibi çok çeşitli organizmalar ile beslenirler (Anonymous 2006).

Japon balıkları genel olarak, *Carassius auratus auratus* (Asya formu) ve *Carassius auratus gibelio* (Doğu Avrupa formu) olmak üzere iki alt türe sahiptir. Altın balık akvaryum balığı olarak dünyanın hemen her yerine götürülmüş ve yayılmış durumdadır. Yetiştirme sistemlerinden kaçan bireyler ve bilinçli olarak su kaynaklarına yapılan aşılama ile dünya üzerinde 20 den fazla ülkede doğal populasyonlarının oluşmasına yol açmıştır. Muhtemelen gerçek yayılış bugünkü tespit edilen sınırların çok dışına çıkmış durumdadır (Welcomme 1988).

Doğal yayılma alanları bakımından ılık ve yavaş akan sulardan hoşlanırlar. Sıcaklığı 5-30 °C arasında, hafif asidik (pH:6,6) ve orta sertlikteki sularda yaşayabilseler de uç noktalar bazı sakıncalar taşır. Ancak yinede yaşamlarını sürdürebilirler. Bununla beraber aşırı su sıcaklıklardan korunmaları gerekir. Çünkü bu balıkların geniş bir iklim kuşağında yaşamlarını sürdürebilmeleri her türlü sıcaklık değişimlerine dayanıklılık gösterecekleri anlamına gelmez (Alpbaz 1993).

Japon balıklarının boyları 15-35 cm, ağırlıkları en fazla 3 kg'a kadar ulaşabilmektedir. Vücutları oldukça geniş, yanlardan basık, yanal çizgide 27-31 pul bulunur. Sırt yüzgeci dış bükey, ilk ışını kuvvetlidir. (Demirsoy 1993).

Bu balıkların üreme zamanı yaklaştığında erkeklerinde, solungaç kapakları civarında küçük veya toplu iğne başı büyüklüğünde tüberküller oluşur ve ürogenital açıklık içeriye çökük durumdadır. Dişilerde ise vücut normal halinden daha geniş ve karın şişkindir, ürogenital açıklık dışarıya çıkık vaziyettedir. Yumurta ve larvalarının gelişmesi için optimum su sıcaklığı 22 °C'dir (Alpbaz 2001).

2.2. Japon Balıklarının Beslenmesi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Abi-Ayad ve Kestemont (1994), 24 °C' de 3 hafta boyunca canlı yem (*Artemia sp.*), kuru yem, canlı ve kuru yem karışımı ile yaptıkları besleme çalışmasında,

Carassius auratus yavrularında en yüksek ağırlık ortalamasını, canlı yemle beslenen balıklarda 0,2 g olarak belirlemişlerdir. Bu değeri, canlı ve kuru yem karışımı ile beslenen yavrularda 0,158 g, kuru yem ile beslenen yavrularda ise 0,045 g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar yaşama oranını; canlı ve kuru yem karışımı ile beslenen yavrularda % 98, canlı yem ile beslenen yavrularda % 97,5 ve kuru yem ile beslenen yavrularda ise % 91,5 olarak tespit etmişlerdir.

Lochmann ve Philips (1994), su sıcaklığının 25 ± 2 °C olduğu şartlarda, *Carassius auratus* yavrularını 6-8 hafta boyunca vücut ağırlığının % 4-7'si oranında % 21,2, % 25,3, % 28,9, % 31,1 ve % 34,5 protein içeren yemlerle beslemişlerdir. Sonuçta en iyi ağırlık artışının % 28,9 protein içeren yemle olduğunu saptamışlardır.

Bandyopadhyay vd (2005), $1,66\pm 0,02$ gr ağırlık ve $4,2\pm 0,02$ mm boy aralığında olan Japon balığı yavrularını 60 gün süreyle ham protein oranları sırayla % 23,34, % 26,21, % 29,30, % 32,24 ve % 42,53 olan beş farklı yemle beslemişlerdir. Deneme grupları arasında en fazla büyüme ve yemden yararlanma oranı % 42,53 ham protein içeriği olan yemle beslenen grupta ($P<0,05$) olmuştur. En az büyüme ve yemden yararlanma oranı ise % 29,30 ham proteine sahip olan yemde gözlenmiştir.

Yanar vd (2008), yaptıkları çalışmada % 0, % 5, % 10, % 15, % 25, % 40 oranlarında yonca unu ekledikleri yemlerle, başlangıç ağırlıkları $10,3\pm 0,10$ g olan japon balıklarıyla 60 günlük bir sürede balıkların vücutlarındaki renk değişimini, büyümeyi, gelişmeyi, yemden yararlanmayı ve hayatta kalma oranlarını incelemişlerdir. Renk değişiminde en önemli değişiklik % 25 oranında yonca unu eklenen yemle beslenmiş grupta ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda % 25 ve % 40 yonca unu eklenmiş yemle beslenmiş balıkların büyüme ve gelişme oranının kontrol grubuna göre daha fazla olduğu ($P<0,05$) saptanmıştır.

2.3. L-karnitin Nedir?

Çeşitli araştırmacılar tarafından L-karnitin tanımı farklı şekillerde yapılmıştır. Bunlardan üstünde en çok durulan tanımlamalar aşağıda verilmiştir.

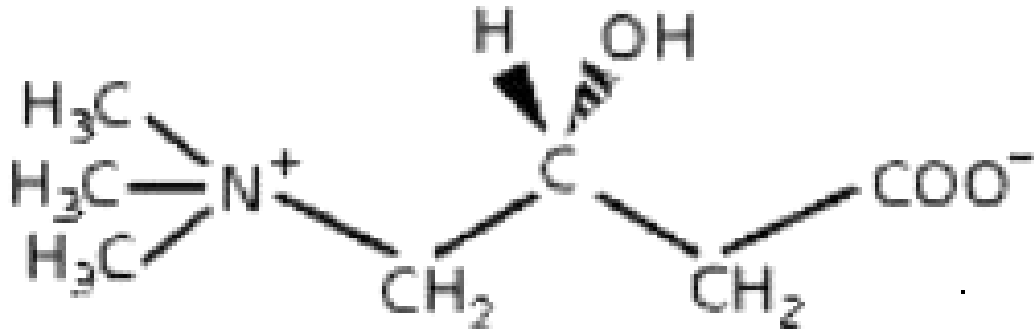
L-karnitin basit bir şekilde tanımlanırsa; B grubu vitaminleri ile ilişkili, aminoasit ve vitamin benzeri bir besleyici element olarak açıklanabilir. Esas olarak yağ

asitlerinin enerjiye dönüştürülmesinde görev alan esansiyel bir elementtir (Anonymous 2002).

Diğer bir tanımlamada ise, L-karnitin tam manasıyla bir aminoasit değildir. Çünkü protein sentezinde görev yapmamaktadır. Bununla birlikte, aminoasitlerle benzerlik taşıması nedeniyle bu başlık altında gruplandırılabilir denilmektedir (Anonymous 2002).

L-karnitin, 1905 yılında Rusya’da Gulewitsch ve Krimberg tarafından, Almanya’da Kutscher tarafından, kas dokudan izole edilen bir bileşik olarak keşfedilmiş ve bu keşiften sonra, latince et anlamına gelen “carnis” ismi verilmiştir (Lonza 1997).

L-karnitin, (R)-3 karboksi-2-hidroksi-N, N, N-trimetil-1-propanaminium hidrosit, gizli tuz, insan vücudunda enerji üretimi ve yağ asidi oksidasyonu için gerekli, doğal olarak meydana gelen maddedir (Şekil 2.3). L-karnitin olmazsa, uzun zincirli yağ asitleri, sitoplazma hücrelerinden mitokondri içine taşınmaz ve serbest yağ asitlerinin zararlı birikimleri ile enerji kaybı meydana gelir (Xin ve Dahl 2000).



Şekil 2.1. L-karnitin’in açık formülü (Y-trimethylammonium-P hydroxybutyrate)
(Taşbozan ve Gökçe 2007)

L-karnitin, demir ve askorbata bağımlı bir yolla lisin ve metiyoninden sentezlenir. L-karnitin yağ asitlerinin mitokondri membranından geçişini sağlar. Uzun zincirli yağ asitlerinin membrandan transferi için gereklidir. Günlük gerekli olan L-karnitinin 1/3’ü endojen olarak sentez edilirken, 2/3’ü ise diyetle alınır. L-karnitin, karaciğer, böbrek ve beyin dokusunda sentezlenir ve kan yoluyla diğer dokulara geçer. L-karnitin yetersizliği yağ asitlerinin beta oksidasyonunu bozarak pek çok metabolik bozukluğa yol açabilir. Bununla birlikte, bozulan yağ asidi oksidasyonu sonucu glikoneojenezin azalmasından dolayı hipoglisemi periyotları gelişir, serbest yağ asidi

miktarı artar ve ketozis, kas zayıflığı ve lipid birikimi olur. L-karnitin, kırmızı et ve yumurtada bol miktarda bulunur (Groth 1997).

Baumgartner ve Blum (1997), L-karnitinin metabolizmadaki fonksiyonları aşağıdaki gibi özetlemişlerdir;

- Yağ asitlerinin taşınması
- Hücre membranlarının korunması ve ayarlanması
- Serbest KoA için gerekli ortamın sağlanması
- ATP'nin elde edilmesini optimize etmek
- Amonyak toleransını arttırma
- İmmün sistemin desteklenmesi
- Spermatogenesis ve sperm hareketliliğini destekleme

L-karnitinin enerji metabolizmasındaki önemli görevi ve sağladığı faydalardan dolayı, insan sağlığı çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Taşbozan 2005).

2.4. L-karnitin ile Yapılmış Besleme Çalışmaları

Su ürünleri alanında L-karnitin ile ilgili yerli ve yabancı birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu çalışmada, daha önceden yapılmış çalışmalarda kullanılan kaynaklarla benzerlik gösteren kaynaklar kullanılmıştır.

Bu alanda L- karnitin kullanımı Bilinsky ve Jonas'ın yapmış olduğu ilk çalışma ile başlamıştır.

Bilinsky ve Jonas (1970), yapmış oldukları çalışmada alabalıklarda L-karnitin mitokondride uzun zincirli yağ asitlerinin oksidasyonunu teşvik edebildiğini saptamışlardır. Nitrojen metabolizması ve glukoneogenesis de değişimlere yol açarak protein sentezini arttırdığını ortaya koymuşlardır. Çalışmada, sıcaklıktaki artışın, yağ asitlerinin oksidasyonuna bağlı olarak L-karnitin seviyesinde artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Santulli ve D'Amelio (1985), farklı balık türlerinin kas dokularında, farklı oranlarda L-karnitin içeriği olduğunu bildirmişlerdir. Kuluçkahane koşullarında

yetiştirilen türlerin plazma ve kas dokularındaki L-karnitin seviyesinin, aynı türün doğal ortamda yetişen bireyelerine göre daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Santulli ve D'Amelio (1986), kuluçkahaneden temin edilmiş levrek (*Dicentrarchus labrax*) yavruları üzerinde besleme çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada, L-karnitin ilavesinin, balıklarının gelişimi ve yağ metabolizması üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonrasında, gelişmede pozitif etki ve dokularda yağ seviyesinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Tremblay ve Bradley (1992), genç kral salmonlar (*Onchorhynchus tshawytscha*) ile yaptığı çalışmada; L-karnitin enjeksiyonunun, balıklarda amonyum asetat zehirlenmesini % 67 oranında azalttığını ve ölüm oranının sadece % 4 olduğunu tespit etmişlerdir. L-karnitin uygulamasının akut amonyak zehirlenmesine karşı genç kral salmonlarında olumlu bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Becker ve Focken (1995), sazanlar (*Cyprinus carpio*) ile yaptıkları çalışmalarında, yemlere L-karnitin eklenmesinin sazanların gelişme ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yemlerde üç farklı L-karnitin seviyesi (200, 400 ve 600 mg kg⁻¹) kullanılmış, ayrıca bu yemlere 400 mg kg⁻¹ L-karnitin sentezlenmesi için gerekli aminoasit (Metiyonin+lisin) miktarı eklenmiştir. Kontrol grubu olarak aminoasit ilavesiz yemler hazırlanmıştır. Çalışma 60 gün sürmüş ve çalışma sonunda, gruplar arasında istatistiksel farklılıklar bulunmamıştır ama bununla birlikte L-karnitin eklenen gruplarda daha iyi yem dönüşümü, spesifik gelişme oranı ve protein etkinlik oranı ile daha az oksijen kullanımının olduğu bildirilmişlerdir.

Chatzifotis vd (1995), mercan balığı (*Pagrus major*) yavrularında yaptıkları çalışmalarında, kontrol grubu ve L-karnitin 4 farklı seviyesi (500, 1000, 2000 ve 4000 mg kg⁻¹) olmak üzere 5 farklı deneme yemi kullanmışlardır. Çalışma sonunda, en iyi gelişme 2000 mg kg⁻¹ L-karnitin eklenmiş grupta olmuştur. Spesifik gelişme oranı, yem etkinliği ve karaciğer somatik indeksi en yüksek olarak yine aynı grupta gözlenmiştir. Günlük yem alımı, gruplarda en düşük; 3,30 ve en yüksek; 3,52 olacak şekilde sırasıyla L-karnitin 2000 mg kg⁻¹ grubu ve kontrol grubunda gözlenmiştir.

Rodehutsord (1995), gökkuşacağı alabalıklarında (*Onchorhynchus mykiss*) yaptığı çalışmada, yüksek oranda yağ içeren yemlere L-karnitin ilavesinin büyüme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini araştırmıştır. Canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi, protein ve yağ konsantrasyonlarında hiç bir önemli farklılığın olmadığını bildirmiştir.

Ji vd (1996), atlantik somonlarında (*Salmo salar*) yaptıkları çalışmada, 23 mmol kg⁻¹ yem oranında L-karnitin ilavesinin etkilerini test etmişlerdir. Çalışma 9 hafta sürmüştür. Balıkların vücutlarında yağ oranının azalmasına karşılık, protein oranının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca büyüme oranında bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir.

Jayaprakas vd (1996), kültür koşullarında yetiştirilmiş erkek tilapialar (*Oreochromis mossambicus*) ile yapılan çalışmada farklı L-karnitin düzeyleri içeren yemler hazırlanmış ve balıkları beslemeye almışlardır. Balıkların gelişme ve üreme performanslarını araştırmışlardır. Çalışma 252 gün sürmüştür. Deneme yemleri 5 farklı L-karnitin dozajı (150 ppm; T1, 300 ppm; T2, 500 ppm; T3, 700 ppm; T4 ve 900 ppm; T5) ve kontrol grubu (T0) olmak üzere 6 farklı gruptan oluşmuştur. Balıklar günde canlı ağırlıklarının % 5'i oranında beslenmişlerdir. En yüksek L-karnitin ilavesinin olduğu T5 grubundaki balıklardaki gelişme en yüksek seviyeye çıkmış ve istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Aynı sonuçlar, spesifik büyüme oranı için de benzer şekilde tespit edilmiştir.

Focken vd (1997), sazanlarda (*Cyprinus carpio*) yaptıkları çalışmada, 3 farklı L-karnitin (200, 400 ve 600 mg kg⁻¹) ve kontrol grubu olmak üzere 4 farklı deneme yemi hazırlamışlardır. Bunlardan 400 ve 600 mg kg⁻¹ L-karnitin içeren yemle beslenen gruplarda büyüme ve gelişmenin kontrol grubuna oranla daha iyi olduğunu belirlemişlerdir. Ortalama enerji etkinliğinin, 400 mg kg⁻¹ L-karnitin içeren grupta ve kontrol grubuna oranla % 30 daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Chatzifotis vd (1997), gökkuşağı alabalıkları (*Onchorhynchus mykiss*) ile yapılan çalışmalarında, L-karnitin ilavesinin alabalık yavrularının gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Deneme sonunda, en yüksek canlı ağırlık kazancı, 4 g kg⁻¹ L-karnitin eklenmiş grupta gözlenmiş, spesifik gelişme oranı, yem etkinliği ve günlük yem tüketiminin L-karnitin miktarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Yağ ve protein sindirilebilirliğinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. İkinci denemede ise, % 40 ham protein içeriğine sahip yemin üç farklı yağ seviyesini (% 5, 10 ve 15) L-karnitinin iki farklı seviyesiyle (0 ve 4 g kg⁻¹) kombine etmişlerdir. Balıklar 45 gün boyunca günde canlı ağırlıklarının % 2'si düzeyinde beslenmişlerdir. Gelişme oranı ve yem etkinliğinin yemdeki yağ seviyesiyle doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. L-karnitin ilavesinde aynı etki gözlemlenmemiştir.

Chatzifotis ve Takeuchi (1997), mercan (*Pagrus major*) yavrularında, deney yemlerine eklenen L-karnitin, açlık periyodu boyunca ağırlık kaybı, dorsal kaslar ve karaciğerin besinsel ve yağ kompozisyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Açlık periyodunun ilk günü ve her 10 günde bir yapılan örneklemelemlerde canlı ağırlık kaybında beklenen azalma görülmüştür. Kontrol grubu ve L-karnitin grubu arasında fark saptanmamıştır..

Schreiber vd (1997), yemlere eklenen L-karnitin, aniyonik ksenobiyotiklere karşı lepisteslerin (*Poecilia reticulata*) deri ve solungaçlarında koruyucu etkisini ve üreme performansı üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda L-karnitin, hücrel enerji metabolizmasının uyarılması ve zarar gören membranın rejenerasyonu ile aniyonik ksenobiyotiklere karşı lepistes deri ve solungaçlarının epitelial tabakasını ve plazma membranlarını korumaya yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu durumun yüksek sıcaklık gibi anormal koşullar altında olduğunu belirtmişlerdir.

Keshaanath ve Renuka (1998), Rohu balığı (*Labeo rohita*) yavrularında, yemlere ilave edilmiş, farklı L-karnitin seviyelerinin etkisini araştırmışlardır. Ortalama 3 g başlangıç ağırlığına sahip olan balıklar, beş değişik L-karnitin seviyesiyle (0, 250, 500, 750 ve 1000 mg kg⁻¹ yem) hazırlanan yemlerle, 25 m³ hacmindeki beton havuzlara stoklanmıştır. Deneme 126 gün sürmüştür. Deneme sonunda 500 mg kg⁻¹ yem düzeyindeki grubun diğerlerine oranla önemli derecede gelişme gösterdiğini bildirmişlerdir.

Harpaz vd (1999), Chichlidae familyasına ait *Pelvicachromis pulcher* ile yapılmış çalışmada, L-karnitin ilavesinin balıkların yaşama, büyüme ve soğuga karşı toleransı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Balıklar 4 farklı L-karnitin seviyesini (0, 500, 1000 ve 2000 mg kg⁻¹ yem) içeren deneme yemleriyle 82 gün boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonunda soğuk şokuna maruz bırakılmışlardır. L-karnitin gruplarında, soğuk şokundan sonra hayatta kalma oranları ve normal sıcaklığa geçişte adaptasyonun kontrol grubuna göre daha iyi olduğu gözlenmiştir. Soğuk şokuna karşı en iyi koruma, 1000 mg kg⁻¹ yem grubunda olduğunu bildirmişlerdir.

Becker vd (1999), hibrit tilapiada (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*) farklı L-karnitin seviyelerinin (0, 150 ve 300 mg kg⁻¹ yem) büyüme performansı üzerine etkisini incelemişlerdir. L-karnitin tilapialarda büyüme, yem değerlendirme ve

protein etkinlik oranını arttırmıştır. Ancak tüm vücuttaki yağ ve protein kompozisyonunda herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre, tilapialar için kullanılan ticari yemlerdeki L-karnitin oranının yetersiz olduğunu ve yemlere 150 mg kg⁻¹ oranında karnitin eklemenin pozitif etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Twibbel ve Brown (2000), hibrit çizgili levreklerde (*Morone chrysops* ♀ X *Morone saxatilis* ♂) 4 farklı L-karnitin seviyesinin (2,1 mg, 41 mg, 212 mg ve 369,7 mg kg⁻¹) büyüme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Yemin protein içeriği % 34,6 yağ içeriği ise % 6 olacak şekilde ayarlanmıştır. İlk ağırlıkları 13,5 g olan balıklar günde iki kez olmak üzere 8 hafta boyunca yemlenmişlerdir. Deneme sonunda, 369,7 mg kg⁻¹ yem L-karnitin içeren gruptaki balıklarda yem alımı ve ağırlık kazancı diğer gruplara oranla önemli derecede farklılıklar göstermiştir. Daha düşük konsantrasyonlu L-karnitin ilavelerinde hibrit çizgili levreklerin gelişme oranının pozitif yönde etkilendiği, ancak etlerinin besinsel kompozisyonlarının herhangi bir değişim göstermediği saptanmıştır.

Gaylord ve Gatlin (2000), yaptıkları çalışmada, hibrit çizgili levreklerde (*Morone chrysops* ♀ X *Morone saxatilis* ♂) 4 farklı yağ seviyesi (% 5, % 10, % 15 ve % 20) ile 0 ve 3000 mg kg⁻¹ oranında L-karnitin içeren yem gruplarının kombinasyonunu incelemişlerdir. İlk ağırlıkları 2,5 g olan balıklar günde iki kez olmak üzere 8 hafta boyunca beslenmişlerdir. Deney yemlerinin ham protein oranı % 40 olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırma sonunda, L-karnitin ilâvesinin balığın gelişmesine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca artan yağ seviyelerinin balık gelişiminde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Dias vd (2001), ergin levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) yaptıkları çalışmada yemlere 4 farklı (0,3 g, 1,1 g, 2 g ve 3 g kg⁻¹) oranda L-karnitin ilâvesi ile hazırlanan yemlerle beslenen balıkların gelişme ve yağ metabolizmasını araştırmışlardır. Yemlerin ham protein içeriği % 42, yağ içeriği % 19 ve enerji seviyeleri yem gruplarının hepsinde 21,5 kJ g⁻¹ olacak şekilde ayarlanmıştır. Başlangıç ağırlıkları 250 g olan levrekler 20 °C sıcaklık ve 35 ppt tuzlulukta, günde 3 kez beslenmişlerdir. Deneme 85 gün sürdürülmüştür. Deneme sonunda, yemlere eklenen L-karnitin, ağırlık kazancı, yem etkinliği ve protein kullanımı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Bununla birlikte balıkların tüm vücut besinsel kompozisyonlarında deneme yemlerine göre herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Dikel vd (2003), L-karnitin destekli yem ve normal ticari sazan yemi ile 90 gün süreyle beslenen Nil tilapialarının (*Oreochromis niloticus*) besi performansları ve büyüme parametrelerini değerlendirmişlerdir. Denemede elde edilen bulgulara göre; yeme 500 mg kg^{-1} L-karnitin eklenmesiyle kafes ortamında Nil tilapialarının büyümelerini pozitif yönde etkilediğini görmüşlerdir. Deneme sonunda L-karnitin destekli yemle beslenen grup $151,86 \pm 27,19$ g canlı ağırlığa ulaşırken, kontrol grubunun ortalaması $141,80 \pm 24,83$ g olarak belirlenmiştir ($P < 0,05$). Yem değerlendirme oranı bakımından grupların ulaştıkları değerler ($1,16 \pm 0,31$ ve $1,20 \pm 0,28$) arasında önemli bir fark görülmemiştir.

Schlechtriem vd (2004), hibrit tilapia balıklarında (*Oreochromis nilotians* X *Oreochromis aureus*) havuz koşullarında yapılan yoğun yetiştiricilikte L-karnitinin koruyucu etkisini incelemişlerdir. Deneme sonucunda L-karnitin ilavesinin balıklarda canlı ağırlık kazancına herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Taşbozan (2005), yapmış olduğu çalışmada, $5,29 \pm 0,97$ g'lık çipura (*Sparus aurata*) yavrularını kullanmıştır. Bu çalışmada; L-karnitin ilavesine bağlı olarak 5 farklı yem grubu oluşturulmuştur. Kontrol ve L-karnitin gruplarına sırasıyla 0 g kg^{-1} (G0), 1 g kg^{-1} (G1), 2 g kg^{-1} (G2), 3 g kg^{-1} (G3), ve 4 g kg^{-1} (G4) olacak şekilde L-karnitin ilavesi yapılmıştır. Denemede 100 litre su hacimli, silindirik fiberglas yavru yetiştirme tankları kullanılmıştır. Her deneme grubu için 3 tekerrür olacak şekilde, toplam 15 tank kullanılmıştır. Balıklar günde 3 kez olmak üzere 45 gün süreyle beslenmiştir. Deneme sonucu verilerine göre, G3 ve G4'teki son ağırlık, canlı ağırlık kazancı ve yem etkinlik oranının diğer gruplara oranla daha iyi olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).

Yağcıoğlu (2005), başlangıç ağırlığı 1.64 ± 0.69 g olan juvenil kuruma karidesi (*Marsupenaeus japonicus* Bate, 1888) 300, 600 ve 1200 mg kg^{-1} L- karnitin ilave edilen yemlerle, 1,2 m çapındaki tanklarda 8 hafta süre ile beslenmiştir. L- karnitin eklenmiş yemlerle yapılan 56 günlük besleme sonunda, ağırlık kazancını ve yaşama oranını etkilemediği belirlenmiştir ($P > 0,05$). Bununla beraber, L-karnitin ilavesinin et kompozisyonu üzerine olumlu etkileri saptanmıştır ($P < 0,05$). 300 ve 600 mg kg^{-1} düzeyindeki L-karnitin destekli yemlerle beslenen karideslerin kas kompozisyonunda yağ içeriği azalırken, kaslardaki protein içeriğinin arttığı görülmüştür. Besleme

denemesi sonunda, karideslerin sıcaklık testi ile soğuğa karşı toleransları belirlenmiştir. L-karnitin'in karideslerin soğuğa olan toleransı ve yaşama oranı üzerine belirgin bir etkisi gözlenmemiştir.

Aksoy (2006), yaptığı çalışmada, farklı oranlarda L-karnitin içeren diyetlerle beslenen ot sazan'ı (*Ctenopharyngodon idella*) yavrularının büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Canlı ağırlık ortalamaları 9.75 ± 0.75 g olan balıklar kullanılmıştır. Deneme kontrol grubu ve 200, 400, 600 mg lt^{-1} L-karnitin ilave edilmiş gruplar oluşturulmuştur. Çalışma 60 gün sürdürülmüştür. Deneme sonunda 200 mg lt^{-1} L-karnitin ilave edilmiş yemlerle beslenen grup, kontrol grubuna ve L-karnitin ilave edilmiş diğer gruplara göre daha yüksek oranda canlı ağırlık artışı elde etmiştir ($P < 0,05$). Ortalama yem değerlendirme ve canlı ağırlık kazancı açısından en iyi değer 200 mg lt^{-1} L-karnitin ilave edilmiş yemle beslenen grupta gözlenmiştir.

Singh vd (2008), başlangıç ağırlıkları 0.342 ± 0.03 g olan *Cirrhinus mrigala* yavrularının büyüme ve vücut kompozisyonuna L-karnitin etkisini belirlemek amacıyla, 120 günlük bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla farklı konsantrasyonlarda (% 0, % 0,25, % 0,50, % 0,75, % 1 ve) beş adet yem kullanmışlardır. Deneme sonunda, kilo artışı, yem tüketimi ve protein etkinlik oranı en fazla % 0,25 L-karnitin içeren yem ile beslenen balıklarda olduğu gözlenmiştir.

Mohseni vd (2008a), Mersin morinasında (*Huso huso*) L-karnitininin büyüme performansına, tüm vücut kompozisyonuna ve yemden yararlanma oranına olan etkileri incelemişlerdir. Her tank da 30 balık olacak şekilde 15 tank kullanılmış. Ham protein ve enerji oranları aynı, ancak L-karnitin oranları farklı olan 5 adet yem formüle edilmiştir. Bu yemlerin içeriğindeki L-karnitin oranları 0, 300, 600, 900, 1200 mg kg^{-1} olacak şekilde belirlenmiş. Bu yemle balıkların beslenmesi 84 gün sürdürülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek spesifik büyüme oranı, protein etkinlik oranı 300 ve 600 mg kg^{-1} L-karnitin içeren gruplarda görülmüştür.

Mohseni vd (2008b), 4 farklı oranda L-karnitin ilave edilmiş yemlerle beslenen morina balıklarının (*Huso huso*) büyüme performansı ve tüm vücut kompozisyonu incelemişler. Bunun için iki farklı deneme kurgulanmış. Birinci denemede başlangıç ağırlıkları 525 ± 9 g olan 180 adet yavru 71 gün süreyle beslenmiş. İkinci denemede ise, başlangıç ağırlıkları $870,7 \pm 32$ g olan 120 adet yavru 126 gün süreyle beslenmiştir. Birinci denemede balıkların son ağırlığında, yem değerlendirme oranında ve spesifik

büyüme oranında çok önemli farklılıklar gözlenmemiştir. İkinci denemede ise L-karnitin eklenmiş yemlerle beslenen grupların kontrol grubuna göre spesifik büyüme oranı ve protein etkinlik oranı daha fazla bulunmuştur.

Ma vd (2008), yemlere eklenen L-karnitin karagöz (*Sparus macrocephalu*) juvenilleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, başlangıç ağırlıkları $13,10 \pm 0,05$ g olan yavrular kullanılmış. Bu yavrular L-karnitin oranları 0,1 g, 0,12 g, 0,16 g, 0,24 g, 0,39 g ve 1,1 g kg^{-1} olan 6 farklı yem grubu ile sekiz hafta süreyle beslenilmiştir. Besleme sonucunda, L-karnitin oranları 0,1 den 0,24 g kg^{-1} 'a kadar olan yemlerle beslenen gruplarda nispi büyüme oranında açıkça bir artış gözlenmiş. Yemlere L-karnitin eklenmesi ile enzimatik antioksidant aktivitelerinin (süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon-s-tranferaz) arttığını bildirmişlerdir.

Der Yang vd (2009), düşük miktarda balık unu, yüksek miktarda lipid içeren tilapia yemlerine eklenen L-karnitin ekonomik yararı ve çevreye etkilerinin incelendiği bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada yemlere eklenen L-karnitin tilapiaların büyümeleri, vücut kompozisyonları, kan özellikleri üzerine etkisini incelenmiştir. Ham protein ve enerji oranları aynı ancak lipid oranları birbirinden farklı 5 adet yem hazırlanmıştır. Vücut ağırlık ortalamaları 141,7 g olan balıklar bu yemlerle 168 gün süreyle beslenmişlerdir. Sonuçlara göre, L-karnitin eklenen yemler büyüme performansı, yem etkinliği ve protein etkinlik oranı üzerinde önemli derecede etki göstermediğini saptamışlardır.

Dikel vd (2010), L-karnitin gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) büyümesine ve kas yağ asidi kompozisyonuna olan etkisi araştırılmıştır. Balıklar; L-karnitin eklenmeyen kontrol grubu yemleri, 300 mg kg^{-1} L-karnitin (LC300) ve 600 mg kg^{-1} L-karnitin (LC600) içeren yemlerle 63 gün boyunca beslenmişlerdir. Yem değerlendirme oranı açısından LC600 (1,66) ve LC300 (1,60) gruplarının kontrol grubundan (2,00) daha iyi olduğu tespit edilmiştir. L-karnitin eklenen grupların kontrol grubuna oranla daha düşük üretim maliyeti sağladığı saptanmıştır. LC300 grubunun (2,71 \$ kg^{-1}) ekonomik dönüşüm oranı kontrol grubuna göre 0,44 \$ kg^{-1} 'lık tasarruf sağlamıştır. L-karnitin eklemenin protein oranı dışında, kaslardaki genel besin içeriğinde bir değişiklik yapmadığı saptanmıştır. L-karnitin eklenen grupların protein içerikleri kontrol grubundan daha yüksek çıkmıştır. Alabalıklarda L-karnitin eklenmesi kaslardaki total doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi içeriklerini

yükselttikleri görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, ticari kafes şartlarında, diyeteye 600 mg L-karnitin kg^{-1} eklenmesinin, 300 mg L-karnitin kg^{-1} eklenmesinden ve hiç eklenmemesinden daha etkili büyüme sağladığını göstermiştir.

Haji-abadi vd (2010), yaptıkları çalışmada L-karnitin ve raktopaminin bir protein tutucu olarak gökkuşuğu alabalıkları yemlerinde kullanılabilme olanağını araştırmışlar. Bu amaçla alabalıklar 3 farklı L- karnitin (0, 1 ve 2 g kg^{-1}) ve 2 farklı raktopamin (0 ve 10 mg kg^{-1}) oranı olan yemlerle sekiz hafta boyunca beslemişler. Raktopamin ve 1 g kg^{-1} eklenmiş yemle beslenen balıklarda spesifik büyüme oranında, yem değerlendirme oranında ve protein etkinlik oranında artış gözlenmiştir. Ayrıca L-karnitin ve raktopamin eklenmiş yemle beslenen balıkların kan sıvılarındaki, albumin, toplam protein ve globulin seviyelerinde artışlar tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, 1 g kg^{-1} L- karnitin ve 10 mg kg^{-1} raktopamin kombinasyonu eklenmiş yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performanslarının ve protein düzeylerinin arttığı, filetolarındaki yağ asit profillerinin değiştiği gözlenmiştir.

Nogueira vd (2010), yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda L-karnitin eklenmiş yemlerle beslemenin, sinarit (*Dentex dentex*) balıklarının açlık periyotlarına olan etkisi üzerine çalışmışlar. Bu amaçla, başlangıç ağırlıkları $23,58 \pm 3,49$ g olan sinarit juvenillerini sekiz gruba ayırmışlar. İlk dört grubu her gün doyuncaya kadar beslemişler, diğer dört grubu ise her iki haftada yedi gün aç bırakmışlardır. L-karnitin oranları farklı iki yem formüle edilmiştir. Birinci formülasyonda yeme 46 mg kg^{-1} L-karnitin eklenmiş, ikinci formülasyonda ise yeme 630 mg kg^{-1} L-karnitin eklenmiştir. 630 mg kg^{-1} L-karnitin eklenmiş yemle beslenen balıkların kaslarında, 46 mg kg^{-1} L-karnitin eklenmiş yemle beslenen balıklara göre iki kat daha fazla L-karnitin biriktiği tespit edilmiştir. Aç bırakma periyotları balıkların büyüme performansını ve karaciğerlerindeki yağ içeriğini olumsuz etkilediği ve yemlere L-karnitin eklenmesi balıkların büyüme performansını ve vücut kompozisyonunu etkilemediğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri ve süresi

L-karnitin ilave edilerek hazırlanmış yemlerle yürütülen araştırmanın besleme denemesi, Ekim 2011 - Aralık 2011 tarihleri arasında 84 gün süreyle Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 3 numaralı araştırma laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme alanı

Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 3 numaralı araştırma laboratuvarında bulunan, 70x30x40 cm boyutlarında, kullanılabilir hacmi 65 lt olan 15 adet cam akvaryumlarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Denemenin yapıldığı sistem ve deneme akvaryumları

3.1.3. Balık materyali

Denemede, balık materyali olarak japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavruları (Şekil 3.2) kullanılmıştır. Deneme balıkları, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Kepez biriminden temin edilmiştir. Yavru balıkların deneysel ortama adaptasyonunu sağlamak amacıyla iki hafta süreyle 250 lt hacmindeki akvaryumlarda beslemeye tabi tutulmuştur. İki haftanın sonunda ortalama canlı ağırlıkları $0,311\pm 0,01$ g ve toplam boyları $2,68\pm 0,04$ cm olan japon balığı yavruları, her akvaryuma 20'şer yavru olmak üzere tesadüfi olarak 15 akvaryuma yerleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) (Orjinal)

3.1.4. Deneme yemlerinin yapımında kullanılan hammaddeler

Deneme yemlerinde temel protein kaynağı olarak kullanılan yem hammaddeleri, Antalya'nın Korkuteli ilçesinde bulunan Korkutelim Yem Gıda San. Tic. A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Deneme yemlerinin yapımında kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonu (g 100 g⁻¹, yağ ağırlık)

L-Karnitin			
Parametreler	BU¹	SKU²	L-Karnitin
Ham protein	62,32±0,46	42,47±0,58	48,058±0,78
Ham yağ	6,05±0,18	1,38±0,29	0,55±0,12
Ham kül	14,40±0,10	7,32±0,20	0,01±0,01
Nem	8,37±0,61	13,03±0,07	3,63±0,75

*Değerler üç analizin ortalamalarıdır. ¹BU: Balık unu, ²SKU: Soya küspesi unu

3.1.5. Yem materyali

Deneme yemleri, Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 3 numaralı araştırma laboratuvarı'nda hazırlanmıştır. Deneme yemlerini yapmaya başlamadan önce, kullanılacak olan yem hammaddelerini uygun partikül büyüklüğüne getirmek için Sinbo SCM-2906 kahve öğütücü kullanılmıştır. Öğütülen hammaddeler 595 µm göz açıklığına sahip elekten geçirildikten sonra yem yapımına hazır hale getirilmiştir.

Denemede kullanılacak olan kontrol yemi, japon balığı yavrusunun besin madde ihtiyaçları Yanar vd (2008), Silva vd (2010) tarafından belirtilen % 40 ham protein ve 3500 kcal kg⁻¹ sindirilebilir enerji içerecek şekilde balık unu ve soya küspesine dayalı olarak hazırlanmıştır. Denemede kullanılan yemlerin içerikleri Microsoft Excel programında formüle edilmiştir. Yemlerin enerji sindirilebilirliği (SE) protein için 20,9 kJ g⁻¹, yağ için 37,7 kJ g⁻¹ ve karbonhidrat için 14,6 kJ g⁻¹ değerleri kullanılarak hesaplama yapılmıştır (NRC 1993).

Katkı maddesi olarak yemlere ilave edilen L-karnitin'in Merck firması tarafından üretilen 25 g'lık ticari paketi (L-carnitine, for synthesis, S5330292 032 charge lot⁻¹) kullanılmıştır.

Muamele gruplarının yemi, 0, 250, 500, 750 ve 1000 mg kg⁻¹ L-karnitin oranlarını içeren beş farklı şekilde formüle edilerek hazırlanmıştır.

Deneme yemlerinin hammadde içerikleri tartılarak homojen olacak şekilde mutfak tipi blender robot ile karıştırılmıştır. Yağ ve su ilavesiyle hamur haline getirildikten sonra, elde edilen hamur 2 mm'lik eleğe sahip Gökçe marka et kıyma

makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmiştir. Yaş haldeki yemler, oda sıcaklığında kapalı bir ortamda (20 °C de, 24 saat) kurutulduktan sonra, 40 °C'lik etüvde 24 saat süreyle nem dengelemesi yapılmıştır. Yemler kurutulduktan sonra yavruların alabileceği partikül büyüklüğüne (0,8-1 mm çap) kadar indirgenmiştir. Hazırlanan deneme yemlerinin kimyasal analizleri yapılarak besinsel içerik doğrulaması yapılmış olup (Çizelge 3.3) kullanılıncaya kadar hava geçirmez plastik torbalar içerisinde, + 4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Deneme yemlerinde kullanılan rasyonların genel yapısı Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan rasyonların yapısı (%)

L-Karnitin					
Hammadde	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
Balık unu	46	46	46	46	46
L-karnitin	0	0,25	0,5	0,75	1
Soya küspesi	26,5	26	25,5	25	24,5
Mısır unu	9,5	8,75	8,5	8,25	9
Mısır nişastası	2	3	3,5	4	3,5
Balık yağı	3	3	3	3	3
Vit Kar. ¹	2	2	2	2	2
Min. Kar. ²	3	3	3	3	3
Metiyonin	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lisin	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
NaCl ³	1	1	1	1	1
CaHPO ₄ 2H ₂ O ⁴	4	4	4	4	4
CMC ⁵	1	1	1	1	1
Selüloz	1	1	1	1	1
Toplam	100	100	100	100	100

¹Vitamin karması (Her kg'da; Vit-A: 4 000 000 IU, Vit-D₃: 600 000 UI, Vit-E: 40 000 mg, Vit-K₃: 2 400 mg, Vit-B₁: 5 000 mg, Vit-B₂: 8 000 mg, Vit-B₆: 4 000 mg, Vit-B₁₂: 12 mg, Vit-C: 40 000 mg, Niasin: 50 000 mg, Folik asit: 1 400 mg, Kalsiyum D-Pantothenate: 8 000 mg, D-Biyotin: 50 mg, İnositol: 40 000 mg içermektedir)

²Mineral karması (Her kg'da; manganez 60 000 mg, demir 10.000 mg çinko 75 000 mg, bakır 5 000 mg, kobalt 1 000 mg, iyot 2 500 mg, selenyum 100 mg ve magnezyum 65 000 mg içermektedir)

³Sodyum klorür

⁴Kalsiyum hidrojen fosfat

⁵Karboksi-metil selüloz

Çizelge 3.3. Deneme yemlerinin besin madde içerikleri (% , yaş ağırlık üzerinden)

L-Karnitin					
Parametre	0(Kontrol)	250	500	750	1000
H. protein	40,74±0,77	40,16±0,04	40,54±0,57	40,53±0,79	40,89±0,34
H. yağ	6,4±0,19	5,94±0,21	5,96±0,37	5,93±0,11	5,96±0,07
H. kül	15,88±0,31	16,01±0,26	16,10±0,42	16,38±0,60	16,31±0,21
Nem	9,34±0,16	9,53±0,20	9,62±0,26	9,64±0,16	9,68±0,24
SE (kcal kg ⁻¹)	3561	3548	3538	3527	3523

*Değerler üç analizin ortalamalarıdır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Denemeye başlamadan önce iki haftalık adaptasyon döneminde japon balıkları kontrol yemi 0 (K) ile sabah ve akşam olmak üzere günde 2 kez doyuncaya kadar yemlenmiştir. Bu adaptasyon süresi bitiminde 300 adet yavru balık 20'şerli gruplar halinde, 15 akvaryuma ağırlık ve boy ölçümleri yapıldıktan sonra tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Çalışmada, (70x30x40) cm boyutlarında ve kullanılabilir hacmi 65 L olan 15 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde planlanmıştır. Deneme süresince ışıklandırma 10 saat gündüz (08:00–18:00), 14 saat gece (18:00–08:00) olacak şekilde florasan ışığı ile ayarlanmıştır. Akvaryumlarda su sıcaklığını ayarlamak için 100 watt'lık termostatlı ısıtıcı, akvaryum suyunu havalandırmada Resun RP 60 marka merkezi hava motoru ile sağlanmış ve hava hortumları ile eşit şekilde dağıtılmıştır.

3.2.2. Balıklarının yemlenmesi

Tüm gruplar 84 gün süreyle günde 2 kez (sabah; 08:00 ve akşam; 17:00) el ile doyuncaya kadar yemlenmiştir. Deneme gruplarının yem tüketimi üç haftalık olarak tespit edilmiştir. Deneme yemleri, yavruların alabileceği büyüklüğe getirildikten sonra dönemlere göre ayrı ayrı kaplara tartılarak alınmış ve her ölçüm periyodunda kalan yem tekrar tartılarak yem tüketimi hesaplanmıştır. Deneme balıklarının yemlenmesinden

sonra, bir süre beklenmiş ve balıklar tekrar yemlenerek doyup doymadıkları kontrol edilmiştir. Balıklar tamamen yem almaz duruma geldiğinde yemlemeye son verilmiştir.

3.2.3. Akvaryumlarının bakımı

Akvaryum tabanında biriken metabolizma artıkları gün bitiminde son yemleme yapıldıktan bir saat sonra sifonlama yapılarak temizlenmiştir. Deneme akvaryumlarında sifonlama yoluyla eksilen su miktarı dinlendirilmiş taze su ile (yaklaşık 1/3 oranında) tamamlanmıştır. Ayrıca her tartım ve ölçüm sonunda akvaryumlar tamamen boşaltılarak temizlenmiştir.

3.2.4. Ölçümler

3.2.4.1. Ağırlık ve boy ölçümleri

Denemede, yavru balıkların ağırlık ölçümleri, bireysel olarak 21 günde bir 0,001 g hassasiyetli Scaltec SPB 42 marka dijital terazi, toplam boy ölçümleri ise 1 mm bölmeli ölçüm cetveli ile yapılmıştır. Balıklar, ölçüm ve tartım işlemlerinde çalışma kolaylığının sağlanması ve balıkların zarar görmelerinin engellenmesi amacıyla karanfil yağında bayıltılmışlardır. Tartımların yapıldığı günlerde balıklar yemlenmemiş olup, ölçüm günleri deneme süresine dâhil edilmemiştir.

3.2.4.2. Denemede kullanılan su parametrelerinin ölçümü

Su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen günlük olarak WTW model Oxi 330i multi oksijenmetre (WTW Wissenschaftlich-Weilheim, Germany) kullanılarak ölçülmüştür. Deneme süresince akvaryumlardaki ortalama su kalite parametreleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme süresince akvaryumlardaki ortalama su kalite parametreleri

Parametreler	Ölçülen değerler
Su sıcaklığı (°C)	24,0 ± 1,0
Çözülmüş oksijen (mg l ⁻¹)	5,17 ± 0,058
pH	7,50 ± 0,017

3.2.5. Kimyasal analizler

Deneme yemlerinin ve hammaddelerinin kimyasal analizleri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 6 numaralı araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.1. Kuru madde analizi

Kuru madde tayini için her grubu temsil eden örneklerden başlangıçta 0,0001 g hassasiyete sahip terazide 2-5 g tartılarak nem kaplarına konur. 105 ± 2 °C'ye ayarlanmış etüvde (Elektro-mag M 5040 p) sabit ağırlığa gelene kadar yaklaşık 12 saat tutulduktan sonra oda sıcaklığına kadar soğuması için desikatörde bekletilir. Desikatörden alınan örneklerin tartım işlemi gerçekleştirildikten sonra örneğin kuru maddesi kaybolan nem miktarı üzerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanır (AOAC 1995).

$$\% \text{ Nem} = 100 \times [\text{Örnekteki ağırlık kaybı (g)}] / [\text{Alınan örnek miktarı (g)}]$$

$$\% \text{ Kuru madde} = 100 - \% \text{ Nem}$$

3.2.5.2. Ham protein analizi

Azot içeren örneğin belli bir miktarının H_2SO_4 ile yakılarak içindeki tüm azotun $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 'a dönüştürülmesi, çözeltinin bazikleştirilmesi ve açığa çıkan NH_3 'ın damıtılıp belli standart bir asit çözeltisi içinde toplandıktan sonra nötrleşmeyen fazla asit miktarının titrasyonla saptanmasıdır. Kısaca Kjeldahl yönteminin temel amacı gıdalardaki serbest azotun amonyum iyonuna çevrilmesidir.

Yem örneklerinin protein içeriği Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. Yakma tüpleri içerisine 1 g kuru materyal tartılmıştır. Tartılan örneğin tüplere koyulduktan sonra tüpler içerisine 4,5 g potasyum sülfat (K_2SO_4), 0,5 g kükürt sülfat (CuSO_4) ve 30 ml sülfürik asit (H_2SO_4) eklenmiştir. Yakma işlemi Gerhardt Kjeldatherm sindirim bloğunda gerçekleştirilmiştir. Sindirim tüpleri ilk önce 150 °C de 30 dakika ardından 250 °C de 30 dakika en son 330 °C de açık deterjan yeşili rengine ulaşıncaya kadar yakılmıştır. Örneklerin yaş oksidasyonu sonucu oluşan NH_3 'ın NaOH kullanılarak

serbest hale getirildikten sonra damıtılması ve belli miktar ayarlı bir asit içinde tutulması için, Gerhardt Vapodest 3S distilasyon ünitesinde distile edilmiştir. Distile işleminden sonra NH₃ tarafından nötrleştirilemeyen ayarlı asit çözeltisindeki toplam azotun hesaplanması için örnekler 0,1 mol'luk hidroklorik asit (HCl) ile titrasyon işlemi yapılmıştır. Kuru örneklerdeki protein yüzdesi aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (AOAC 1995).

$$\% \text{ Protein} = (\text{Titrasyonda harcanan sarfiyat}) \times 6,25 \times 0,7 / W \times 100$$

W = Alınan örnek miktarı (g)

6.25 = Örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit kat

3.2.5.3. Ham yağ analizi

Yağ analizi için 1-3 g örnek tartılıp yağ kartuşlarına alındıktan ve üstü %100 selülozlu pamuk ile kapandıktan sonra soksalet (Behr Labor-Technik GmbH) düzeneğine yerleştirilmiştir. Damıtma hızı saniyede 5-6 damla olacak şekilde ayarlanarak, eterle en az 4 saat ekstrakte edilmiştir. Daha sonra 100 °C' de 30 dakika kurutma ve ardından desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutmanın ardından tartım gerçekleştirilmiştir (AOAC 1995).

$$\% \text{ Yağ} = (\text{Yağ Toplanmış Balonun Ağırlığı (g)} - \text{Boş Balon (g)}) / \text{Örnek (g)} \times 100$$

3.2.5.4. Ham kül analizi

Kül içeriği, toplam inorganik maddeye göre, örneğin 550 °C de yakılması ile belirlenmektedir. Kül porselen kaplarına 2 gram kuru örnek tartılıp kül fırınına koyulduktan sonra 550 °C'de 5 saat yakılır. Daha sonra desikatöre alınıp, oda sıcaklığına kadar soğutularak tartılır.

Porselen krozelerin ağırlık değişimine dayanarak örneğin % kül içeriği, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (AOAC 1995).

$$\% \text{ Ham K\u00fcl \u0130\u00e7eri\u011fi} = [DW / \u00d6W] \times 100$$

DW = Porselen kaptaki a\u011frlık de\u011fi\u015fimi

\u00d6W = \u00d6rnek a\u011frlı\u011fı

3.2.5.5. Yemlerin enerji i\u00e7eri\u011finin belirlenmesi

Deneme yemlerin enerji i\u00e7eri\u011fi, yemlerin kimyasal kompozisyonundan yararlanılarak hesaplanmı\u015ftır. Kuru maddede ki protein, ya\u011f ve karbonhidrat i\u00e7eri\u011fi belirlenmi\u015f ve elde edilen de\u011ferlerin her biri NRC 1993 tarafından belirtilen lipid i\u00e7in 39,5 kcal g⁻¹, karbonhidrat i\u00e7in 17,2 kcal g⁻¹, protein i\u00e7in 23,7 kcal g⁻¹ enerji de\u011ferleri ile \u00e7arpılmı\u015ftır. Elde edilen de\u011ferler toplanarak deneme yemlerinin enerji i\u00e7eri\u011fi “kcal kg⁻¹” cinsinden hesaplanmı\u015ftır.

3.2.6. B\u00fcy\u00fcmeye parametreleri

3.2.6.1. Ortalama canlı a\u011frlık artışı

Balıkların 21 g\u00fcnl\u00fck d\u00f6nemlerde canlı a\u011frlık artışı gösteren b\u00fcy\u00fcmeye oranı, periyot ba\u015fı canlı a\u011frlık ortalamaları ile periyot sonu canlı a\u011frlık ortalamalarının farkları alınarak a\u015fa\u011fıdaki form\u00fcl\u00e9 g\u00f6re belirlenmi\u015ftir (\u00c7etinkaya 1995, Ho\u015fsu vd 2003).

$$CAA = W_2 - W_1$$

CAA = Ortalama canlı a\u011frlık artışı (g)

W₂ = Periyot sonu balıkların ortalama a\u011frlı\u011fı (g)

W₁ = Periyot ba\u015fı balıkların ortalama a\u011frlı\u011fı (g)

3.2.6.2. Y\u00fczde canlı a\u011frlık artışı

Y\u00fczde canlı a\u011frlık artışı (YCAA) ne kadar fazla ise geli\u015fme o denli hızlı demektir. Balıkların ilk b\u00fcy\u00fcmeye devrelerinde hızlı olan y\u00fczde canlı a\u011frlık artışı, balık b\u00fcy\u00fckl\u00fc\u011f\u00fc arttık\u00e7a yavaşlar (Ho\u015fsu vd 2003).

Y\u00fczde canlı a\u011frlık kazancı a\u015fa\u011fıdaki form\u00fcl\u00e9 hesaplanır.

$$YCAA = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$$

YCAA = Yüzde canlı ağırlık artışı (%)

W_2 = Grubun periyot sonu ortalama ağırlığı (g)

W_1 = Grubun periyot başı ortalama ağırlığı (g)

3.2.6.3. Spesifik Büyüme Oranı

Zaman aralığı içindeki nispi büyüme oranı dışında, o anki zaman dilimi içinde büyüme oranının belirlenmesi anlık büyüme oranını, bunun 100 ile çarpımı spesifik büyüme oranını (SBO) verir. SBO, günlük olarak balık ağırlığındaki % değişim oranı olarak da ifade edilmektedir (De Silva ve Anderson 1995, Çetinkaya 1995, Hoşsu vd 2003). Bu oran aşağıdaki formülle belirlenir.

$$SBO (\% \text{ gün}^{-1}) = [(\ln W_s - \ln W_b) / T] \times 100$$

SBO = Spesifik büyüme oranı

$\ln W_s$ = Periyot sonu balıkların canlı ağırlık ortalamasının logaritması

$\ln W_b$ = Periyot başı balıkların canlı ağırlık ortalamasının logaritması

T = Deneme süresi (gün)

\ln = e tabanına göre logaritmadır.

3.2.6.4. Kondüsyon faktörü

Araştırmada dönemler arası deneme balıkların bireysel ağırlıkları, 100 ile çarpılıp, toplam boylarının küpüne bölünmesinden kondüsyon faktörü hesaplanmıştır (Çetinkaya 1995, Hoşsu vd 2003).

Gruplara ait kondüsyon faktörünün hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$KF = W / L^3 \times 100$$

KF = Kondüsyon faktörü (g/cm^3)

W = Balık ağırlığı (g)

L = Balık boyu (cm)

3.2.7. Yem değerlendirme parametreleri

3.2.7.1. Yem değerlendirme oranı

Yem değerlendirme oranı (YDO), tüketilen toplam yem miktarı ile balıkların ağırlık kazanımının oransal ifadesidir. Yem değerlendirme oranı ile yemin kalitesi ve miktarı, yemin balık tarafından etkin bir şekilde kullanımı arasında pozitif bir ilişki vardır. YDO tüketilen yem miktarı ile kazanılan canlı ağırlık arasındaki ilişki ile açıklanmaktadır (Çetinkaya 1995, Hoşsu vd 2003).

Deneme sonunda 21 günlük dönemlere ait balıklarının YDO değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$YDO = YW / [(W_2 + \ddot{O}W) - W_1]$$

YDO = Yem değerlendirme oranı

W_1 = Balıkların bir önceki grup ağırlığı (g)

W_2 = Balıkların bir sonraki grup ağırlığı (g)

YW = Kuru madde esasına göre tüketilen yem (g)

$\ddot{O}W$ = İki tartım arasında ölen veya deneme dışı kalan balıkların ağırlığı (g)

3.2.7.2. Protein etkinlik oranı

Protein etkinlik oranı (PEO), deneme periyodunda kazanılan canlı ağırlığın (g) yemle alınan ham proteine (g) oranından hesaplanmıştır (Webster vd 1992, Çetinkaya 1995, De Silva ve Anderson 1998, Hoşsu vd 2003, Akyurt 2004).

$$PEO = (W_s - W_b) / P$$

W_s = Periyot sonu canlı ağırlık (g)

W_b = Periyot başı canlı ağırlık (g)

P = Tüketilen toplam protein miktarı (% Kuru maddede ham protein) (g)

3.2.8. Yaşama oranı

Yaşama oranı, deneme sonunda akvaryumlarda kalan balık sayısının başlangıçtaki balık sayısına oranından hesaplanmıştır (Pechsiri ve Yakupitiyage 2005).

Balıkların hayatta kalma oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$%S = (A / B) \times 100$$

S = Hayatta kalma oranı

A = Periyot sonu balık sayısı

B = Periyot başı balık sayısı

3.2.9. İstatistiksel analizler

Denemelerden elde edilen verilerin istatistiki değerlendirmesi SPSS 15.00 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Bütün verilere varyans homojenlik testleri uygulandıktan sonra değişik L-karnitin oranlarının ağırlığa ve boya etkisini belirlemek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Gruplar arasındaki ortalama canlı ağırlık artışı (CAA), yüzde canlı ağırlık artışı (YCAA), spesifik bŸyŸme oranı (SBO), kondŸsyon faktŸrŸ (KF), yem değerlendirme oranı (YDO) ve protein etkinlik oranının (PEO) farklılıklarını gŸrmek için non-parametrik test olan Kruskal-Wallis sıralamalı tek-yŸnlŸ varyans analizi uygulanmıştır. Őnem seviyesi olarak, biyolojik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan $P=0,05$ sečilmiřtir. Sonuęlar, ortalama±standart sapma (Ort.±SD) şeklinde verilmiştir (DŸzgŸneř vd 1993

4. BULGULAR

Deneme planında belirtildiği gibi deneme yemine 0 (Kontrol), 250, 500, 750, 1000 mg kg⁻¹ L-karnitin ilave edilerek protein, yağ ve enerji oranları benzer 5 farklı yemle 84 gün süreyle balıklar beslenmişlerdir. Beslenen deneme grubu balıklarının 21 günde bir elde edilen büyüme ve yem değerlendirme parametreleri aşağıda verilmiştir.

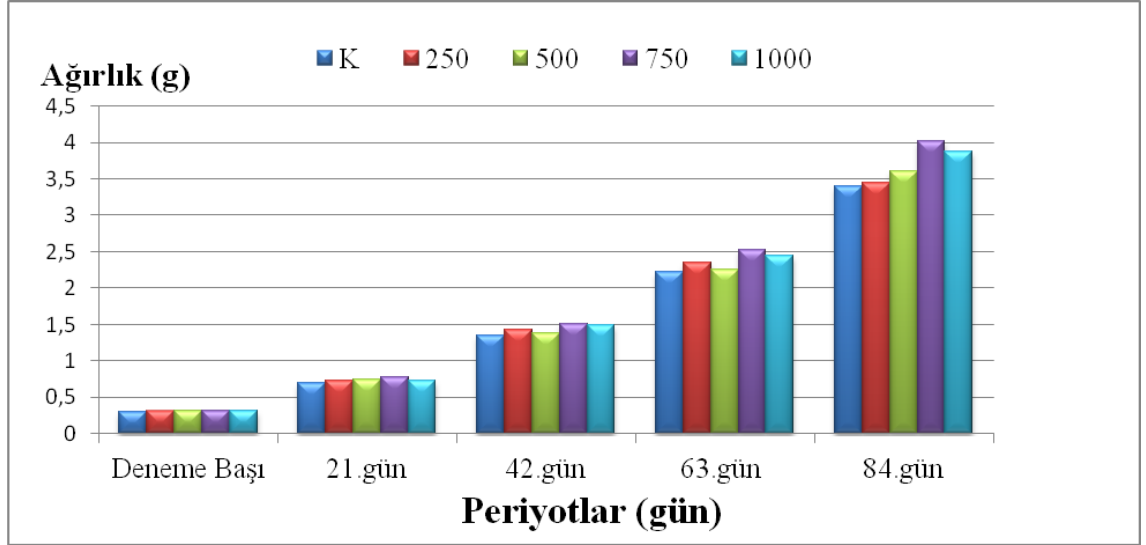
4.1. Büyüme Parametreleri

4.1.1. Canlı ağırlıklar

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama canlı ağırlıkları (CA) Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede yavru balıkların canlı ağırlık (CA) ortalamaları (g)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
Den. başı	0,305±0,076	0,309±0,077	0,312±0,078	0,314±0,090	0,313±0,077
21.gün	0,695±0,222	0,727±0,258	0,737±0,271	0,778±0,307	0,735±0,256
42.gün	1,353±0,609	1,421±0,643	1,382±0,562	1,508±0,788	1,495±0,629
63.gün	2,219±1,196	2,343±1,301	2,256±1,113	2,526±1,422	2,436±1,276
84.gün	3,395±2,030	3,445±2,019	3,605±1,916	4,019±2,175	3,878±2,032



Şekil 4.1. Denemede yavru balıkların canlı ağırlık (CA) ortalamaları (g)

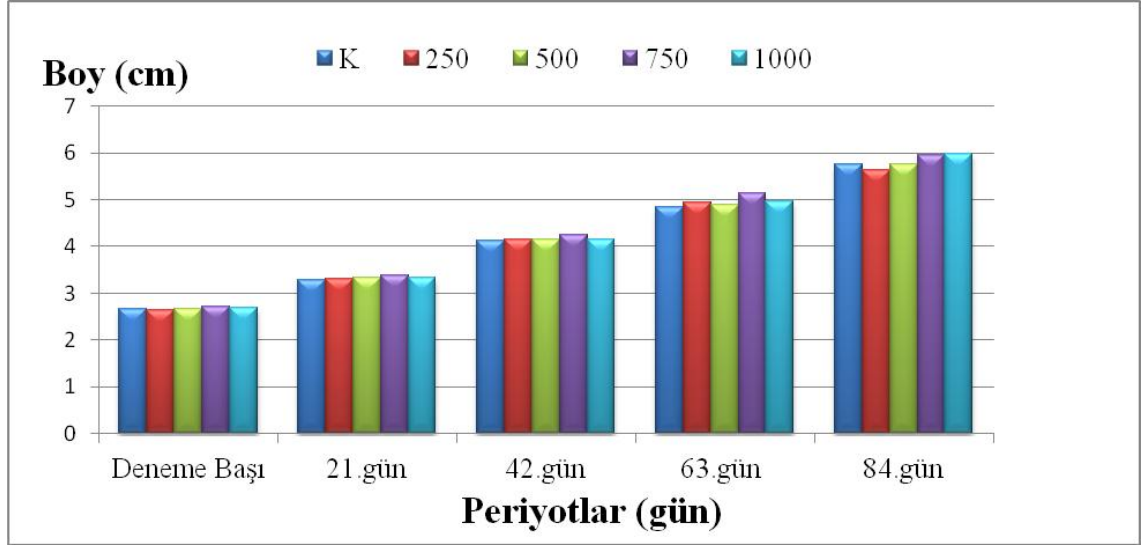
Deneme grubu balıklarının başlangıç canlı ağırlık ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Deneme boyunca bütün periyotlarda olduğu gibi deneme sonunda da grupların canlı ağırlıkları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4.1.2. Boyca büyüme

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama boyları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Denemede yavru balıkların ortalama boyları (cm)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
Den. başı	2,670±0,192	2,648±0,219	2,661±0,247	2,715±0,294	2,698±0,276
21.gün	3,293±0,341	3,313±0,392	3,325±0,365	3,370±0,432	3,336±0,423
42.gün	4,131±0,528	4,141±0,569	4,141±0,543	4,238±0,639	4,141±0,641
63.gün	4,846±0,792	4,933±0,862	4,893±0,792	5,143±1,004	4,968±0,885
84.gün	5,761±0,988	5,638±1,018	5,756±0,943	5,953±1,049	5,983±1,075



Şekil 4.2. Denemede yavru balıkların ortalama boyları (cm)

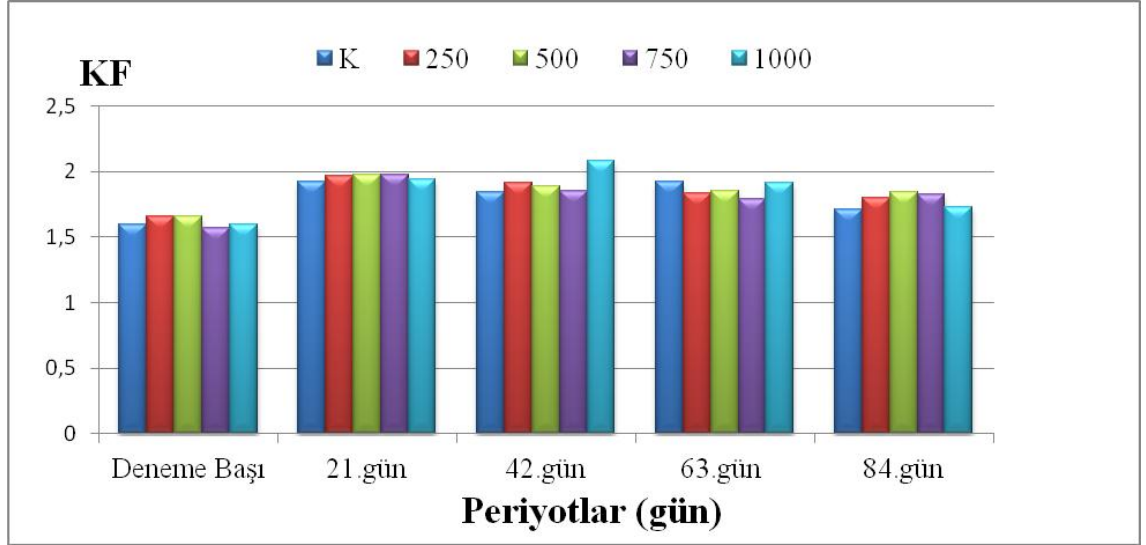
Deneme grubu balıklarının başlangıç ortalama boy değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Deneme sonu bütün grupların toplam boy ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2).

4.1.3. Kondüsyon faktörü

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama kondüsyon faktörü (KF) değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Denemede yavru balıkların ortalama kondüsyon faktörü (KF) değerleri

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
Den. başı	1,591±0,074	1,653±0,134	1,658±0,074	1,566±0,031	1,599±0,096
21.gün	1,922±0,052	1,965±0,118	1,971±0,059	1,977±0,190	1,941±0,101
42.gün	1,846±0,094	1,916±0,050	1,886±0,143	1,853±0,228	2,081±0,066
63.gün	1,925±0,114	1,836±0,038	1,850±0,074	1,790±0,139	1,917±0,205
84.gün	1,710±0,210	1,798±0,018	1,842±0,156	1,825±0,131	1,727±0,107



Şekil 4.3. Denemede yavru balıkların ortalama kondisyon faktörü (KF) değerleri

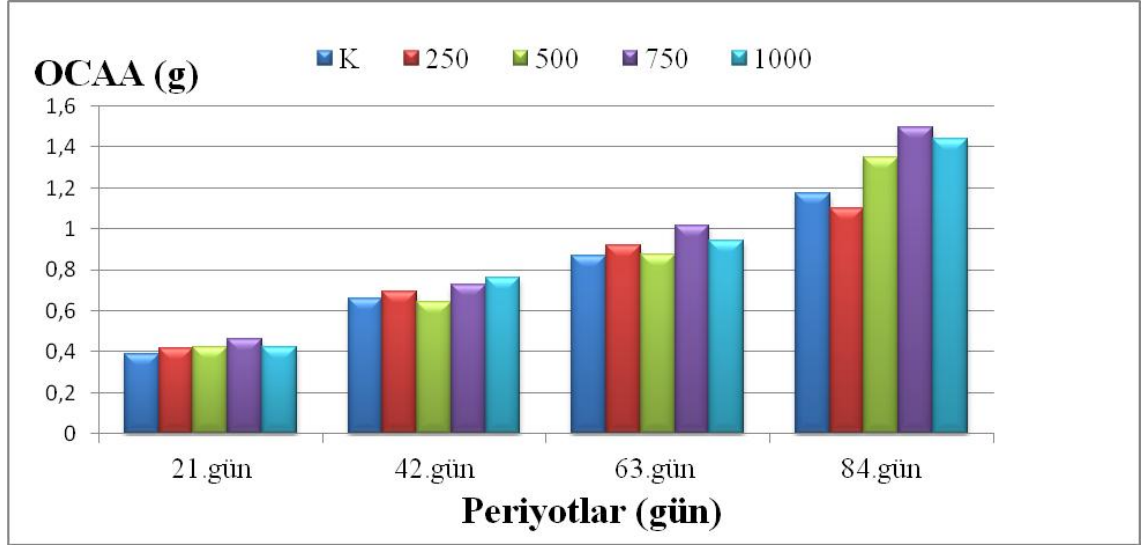
Deneme başlangıcında deneme grubu balıklarının ortalama kondisyon faktörleri sırasıyla 1,591±0,074, 1,653±0,134, 1,658±0,074, 1,566±0,031, 1,599±0,096 olarak belirlenmiş ve bu değerler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3).

4.1.4. Ortalama canlı ağırlık artışı

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama canlı ağırlık artışları (CAA) değerleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Denemede yavru balıkların ortalama canlı ağırlık artışları (CAA) (g)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
21.gün	0,389±0,056	0,417±0,029	0,424±0,084	0,464±0,067	0,422±0,042
42.gün	0,657±0,120	0,694±0,031	0,645±0,044	0,729±0,142	0,729±0,142
63.gün	0,866±0,157	0,922±0,220	0,873±0,087	1,017±0,127	0,940±0,091
84.gün	1,175±0,055	1,101±0,113	1,348±0,221	1,493±0,126	1,441±0,389



Şekil 4.4. Denemede yavru balıkların ortalama canlı ağırlık artışları (CAA) (g)

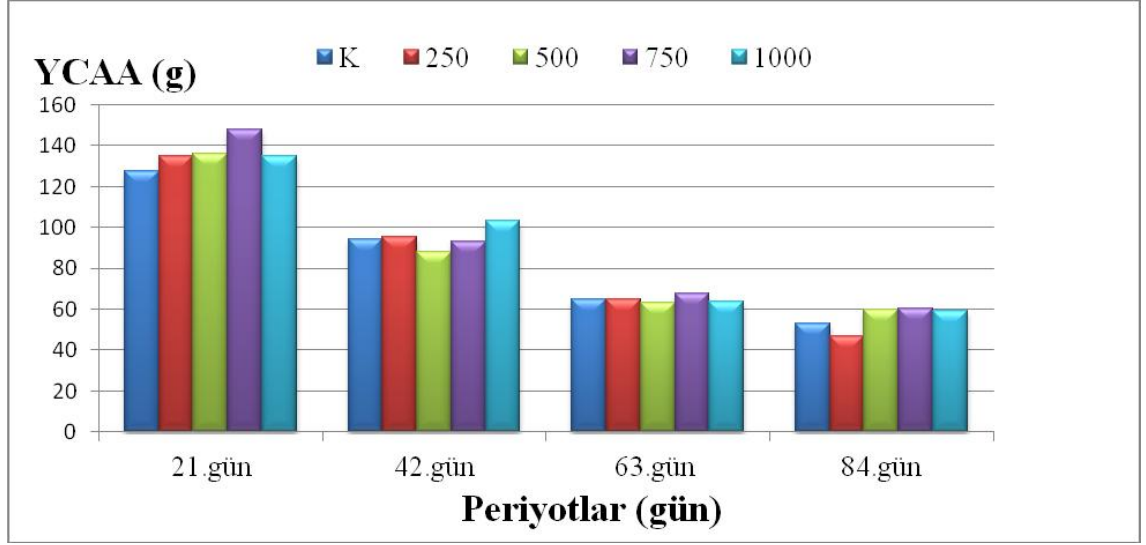
Periyotlar arası ortalama canlı ağırlık artışları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4). Grupların deneme boyunca sağladıkları ortalama canlı ağırlık artışları arasındaki farklar da istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

4.1.5. Yüzde canlı ağırlık artışı

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama yüzde canlı ağırlık artışı (YCAA) değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Denemede yavru balıkların ortalama yüzde canlı ağırlık artışı (YCAA) (%)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
21.gün	127,331±17,961	134,789±10,190	135,896±28,048	147,763±21,51	134,974±15,547
42.gün	94,164±11,103	95,619±7,326	87,740±4,822	93,295±11,406	103,308±8,949
63.gün	65,013±16,982	64,724±14,578	63,328±6,150	67,733±6,427	63,489±10,802
84.gün	53,139±2,859	47,030±1,500	59,891±10,082	60,139±12,593	59,376±17,193



Şekil 4.5. Denemede yavru balıkların ortalama yüzde canlı ağırlık artışı (YCAA) (%)

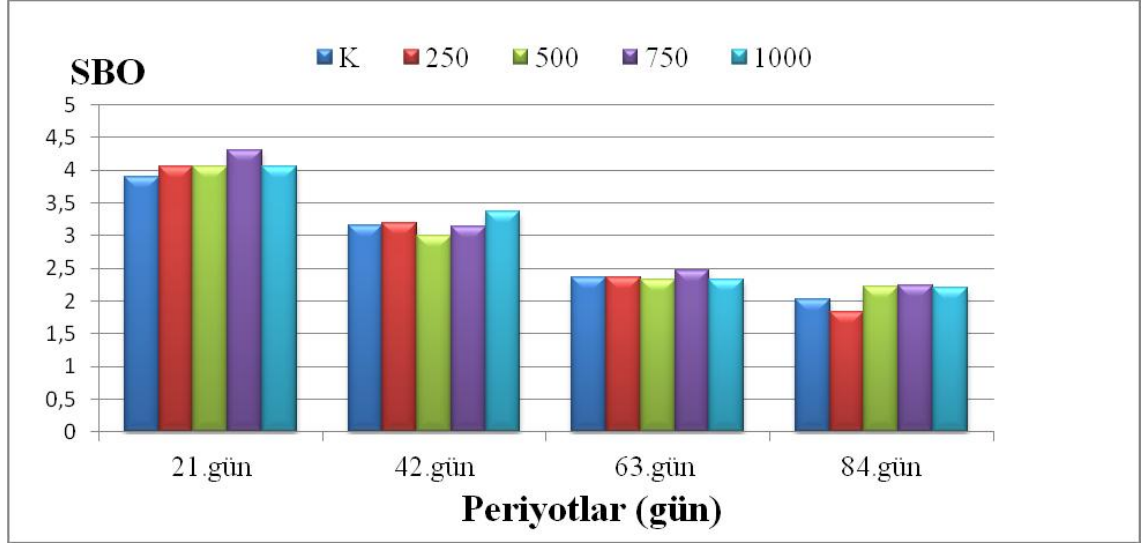
Deneme gruplarının bütün ölçüm periyotlarında ortalama yüzde canlı ağırlık artış değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5).

4.1.6. Spesifik büyüme oranı

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama spesifik büyüme oranları (SBO) Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Denemede yavru balıkların ortalama spesifik büyüme oranları (SBO, % gün⁻¹)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
21.gün	3,900±0,379	4,061±0,205	4,064±0,554	4,308±0,414	4,060±0,321
42.gün	3,154±0,268	3,193±0,176	2,998±0,123	3,132±0,277	3,375±0,207
63.gün	2,368±0,478	2,363±0,433	2,333±0,180	2,460±0,180	2,333±0,319
84.gün	2,028±0,089	1,835±0,048	2,228±0,295	2,232±0,368	2,201±0,499



Şekil 4.6. Denemede yavru balıkların ortalama spesifik büyüme oranları (SBO,% gün⁻¹)

Grupların deneme sonuna ait ortalama spesifik büyüme oranı değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.6).

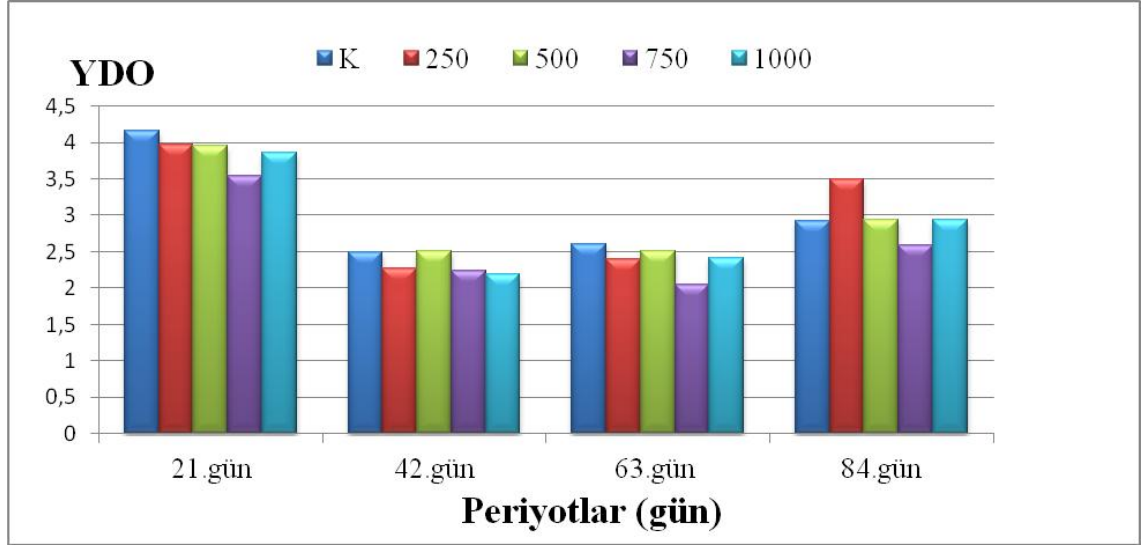
4.2. Yem Değerlendirme Parametreleri

4.2.1. Yem değerlendirme oranı

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama yem değerlendirme oranları (YDO) Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Denemede yavru balıkların ortalama yem değerlendirme oranları (YDO)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
21.gün	4,151±0,519	3,966±0,581	3,958±0,396	3,534±0,551	3,858±0,534
42.gün	2,497±0,040	2,272±0,179	2,500±0,260	2,241±0,366	2,185±0,252
63.gün	2,604±0,400	2,388±0,324	2,510±0,235	2,040±0,205	2,412±0,337
84.gün	2,920±0,189	3,498±0,228	2,937±0,282	2,589±0,340	2,942±0,912



Şekil 4.7. Denemede yavru balıkların ortalama yem değerlendirme oranları (YDO)

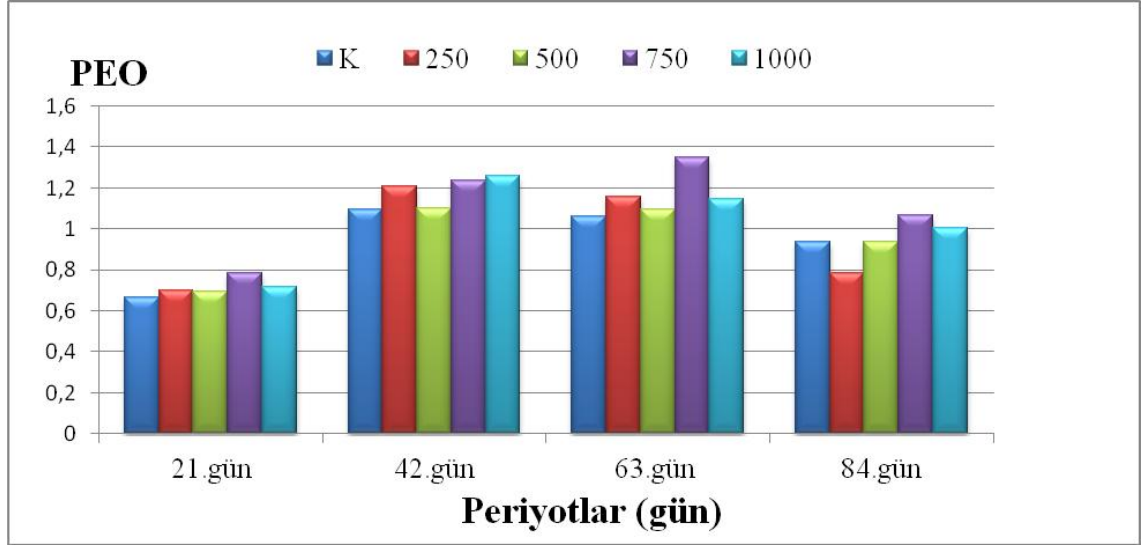
Deneme sonunda gruplara ait ortalama yem değerlendirme oranları, tüm periyotlarda istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7).

4.2.2. Protein etkinlik oranı

Farklı oranlarda L-karnitin içeren deneme yemleri ile beslenen japon balığı (*Carassius auratus* L.1758) yavrularının deneme başı ve 21 günlük periyotlara ait ortalama protein etkinlik oranları (PEO) üzerindeki etkileri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Denemede yavru balıkların ortalama protein etkinlik oranları (PEO)

Periyotlar	L-karnitin (mg kg ⁻¹)				
	0 (Kontrol)	250	500	750	1000
21.gün	0,664±0,087	0,697±0,094	0,694±0,072	0,783±0,112	0,716±0,099
42.gün	1,092±0,017	1,205±0,093	1,098±0,108	1,238±0,196	1,259±0,143
63.gün	1,063±0,150	1,156±0,152	1,093±0,100	1,346±0,133	1,147±0,174
84.gün	0,937±0,063	0,782±0,052	0,934±0,086	1,066±0,144	1,005±0,379



Şekil 4.8. Denemede yavru balıkların ortalama protein etkinlik oranları (PEO)

Deneme planına ait ortalama protein etkinlik oranları (PEO) arasındaki farklılıkların gerek ölçüm dönemlerinde gerekse tüm deneme süresince istatistiksel olarak tüm periyotlarda önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

4.3. Yaşama Oranı

Deneme süresince hiçbir grupta ölüm görülmediğinden bütün gruplarda yaşama oranı % 100 olarak kabul edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Deneme balıklarındaki ortalama canlı ağırlık ve ortalama boyca büyüme verileri değerlendirildiğinde, L-karnitinin büyüme üzerine etkisinin olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu araştırmanın sonuçları, gökkuşacağı alabalıklarında (Rodehutsord 1995), Atlantik som balıklarında (Ji vd 1996), hibrit çizgili levreklerde *Morone chrysops* ♀ X *Morone saxatilis* ♂ (Gaylord ve Gatlin 2000), levreklerde *Dicentrarchus labrax* (Dias vd 2001), hibrit tilapialarda (*Oreochromis nilotica* X *Oreochromis aureus*) (Schlechtriem vd 2004), *Cirrhinus mrigala* yavrularında (Singh vd 2008), morina balıklarında (Mohseni vd 2008), tilapia balıklarında (Der Yang vd 2009), sinarit balıklarında (Nogueira vd 2010) yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra, yemlere L-karnitin ilâvesi bazı balık türlerinde; rohu balıklarında (Keshavanath ve Renuka 1998), kırmızı mercanlarda (Chatzifotis vd 1995), tilapialarda (Jayaprakas vd 1996), levreklerde (Santulli ve D'Amelio, 1986), Afrika kedi balıklarında (Torreele vd 1993), çizgili levreklerde (Twibell ve Brown, 2000), Nil tilapialarında (Dikel vd 2003), çipura balıklarında (Taşbozan 2005), ot sazanında (Aksoy 2006), karagöz balıklarında (Ma vd 2008), gökkuşacağı alabalıklarında (Dikel vd 2010), (Haji-abadi vd 2010) büyümeye pozitif yönde etkisinin olduğu saptanmıştır.

L-karnitinin balık büyümesi üzerindeki etkilerinin hangi mekanizmayla oluştuğu konusunda henüz çok az bilgiye ulaşılmıştır. L-karnitinin büyümeye olan olumlu etkisiyle ilgili en yaygın açıklama, yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak daha fazla kullanılmasıdır (Taşbozan 2005).

Çalışmamızdaki spesifik büyüme oranı ele alındığında, gruplar arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır. Bu çalışmanın sonunda elde edilen veriler, morina balıklarında (Mohseni vd 2008b) yapılan çalışmanın sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra, mercan balıklarında (Chatzifotis vd 1995), tilapialarda (Jayaprakas vd 1996), gökkuşacağı alabalıklarında (Chatzifotis vd 1997), sazanlarda (Becker ve Focken 1995), Mersin morinasında (Mohseni vd 2008a) yapılan çalışmalarda SBO'nın L-karnitin eklenen gruplarda daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Sazan balıklarında yapılan çalışmada deneme grupları arasında büyüme ve gelişme açısından istatistiki farklılıklar bulunmamasına rağmen, L-karnitin eklenen

gruplarda daha iyi yem dönüşümü, spesifik büyüme oranı ve protein etkinlik oranı ile daha az oksijen kullanımının olduğu tespit edilmiştir (Becker ve Focken 1995)

Araştırmamızdaki yem etkinlik oranı ve protein etkinlik oranı değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiki farklılık saptanmamıştır. Bu bulgular, sazan (Becker ve Focken 1995) ve tilapia (Der Yang vd 2009) balıkları ile yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra, Afrika kedi balıklarında (Torreele vd. 1993), mercan balıklarında (Chatzifotis vd 1995; Chatzifotis ve Takeuchi 1997), gökkuşuğu alabalıklarında (Chatzifotis vd 1997), hibrit tilapialarda (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*) (Becker vd 1999) fingerlik rohu balıklarında (Keshavanath ve Renuka, 1998), levreklerde (Dias vd 2001), ot sazanlarında (Aksoy 2006), morina balıklarında (Mohseni vd 2008a; Mohseni vd 2008b), *Cirrhinus mrigala* yavrularında (Singh vd 2008) yapılan çalışmalarda ise farklılık göstermiştir.

Rohu balıklarında en yüksek büyüme değerinin olduğu grupta en iyi PEO görülürken, büyüme açısından herhangi bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Keshavanath ve Renuka 1998). Levrekler üzerine yapılmış olan çalışmada kontrol grubundan 2000 mg kg⁻¹ oranındaki L-karnitin ilâvesi gruplarda, L-karnitin artışına paralel olarak PEO'nda artışa neden olduğu fakat en yüksek L-karnitin ilâvesi (3000 mg kg⁻¹) olan grupta protein etkinlik oranını azalttığını bildirilmiştir (Dias vd 2001).

Çipuralarda yapılan çalışmada, yem etkinlik oranında gruplar arası istatistiki farklılıklar gözlemlenmemekle birlikte protein etkinlik oranında gruplar arası herhangi bir fark tespit edilmediği bildirilmiştir (Taşbozan 2005). Birçok araştırmacının L-karnitin yem değerlendirme oranını düşürdüğü konusunda çeşitli bulguları vardır. L-karnitin destekli yemlerle besleme (Becker ve Focken 1995) sazanlarda %3,5-7,1 , (Torreele vd 1993) Afrika kedi balıklarının %5,3-9,3 , (Becker vd 1999) *O.aureus* x *O.niloticus* melezlerinin de %11,3 civarında yem değerlendirme oranlarında düşmeye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda balıkların yaşama oranı % 100 olarak saptanmıştır. Yaşama oranının bu denli yüksek olmasının nedeni, deneme süresinin kısa olması, stok yoğunluğunun az olması ile hijyen koşullarının eksiksiz yerine getirilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç, daha önce ot sazanında (Aksoy 2006) yapılan çalışmada, yaşama oranının %95,13 ile %97,91 arasında bulunmasıyla benzerlik göstermektedir. Rohu balıkları ile yapılan çalışmada (Keshavanath ve Renuka 1998)

deneme gruplarında %81 ile 86 arasında, çizgili levreklerde (Gaylord ve Gatlin 2000, Twibell ve Brown 2000) %95 ve 100 oranında değerler elde ettiklerini belirtmişlerdir. Aynı zamanda, yapılan bu araştırmalarda araştırmacılar Őuan ki araştırmanın sonuçlarına benzer olarak yaşama oranının farklı L-karnitin ilâveli yem gruplarında herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Çeşitli alışmalarda L-karnitin ilaveli yemlere bağlı olarak bazı yüksek yaşama oranı değerleri elde edilmiş olmasına karşın, bu durumu yüksek L-karnitin seviyeleriyle ilişkilendirecek bir değerlendirme yapılmamıştır. Ancak, son yıllarda L-karnitinin amonyak zehirlenmesine, sıcaklık değişimlerine ve hücree membranlarının aniyonik ksenobiyotiklere karşı geçirgenliklerini azaltıcı etkileri gibi olumsuz evre koşullarına karşı dayanıklılıklarını arttırdığı saptanmıştır (Tremblay ve Bradley 1992, Schreiber vd 1997, Harpaz vd 1999).

6. SONUÇ

Yem sanayinde ekonomik ve kaliteli yemlerin üretilmesiyle, balıklar için faydalı olabilecek bazı katkı maddelerinin yemlere ilâve edilmesi ekonomik açıdan üreticilerin yararına olacaktır. Bu anlamda L-karnitin yemlere eklenebilecek katkı maddelerinden birisidir. L-karnitin, son zamanlarda balık yemlerinde büyüme ve lipid metabolizmasındaki olumlu etkilerinden dolayı araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Bu çalışmada, değişik oranlarda L-karnitin seviyelerinin (0, 250, 500, 750, 1000 mg kg⁻¹) yeme ilave edilmesiyle, en yüksek verim alınması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, japon balıkları yeminde, değişik oranlarda L-karnitin ilavesinin büyümede, yemden yararlanmada ve yaşama oranı üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir.

Bu açıdan L-karnitin büyüme ve gelişme üzerine etkisi yanında, daha farklı ve detaylı sonuçları ortaya koyabilmek amacıyla farklı çalışmalar planlanarak (farklı yağ seviyeli veya daha fazla yağ seviyesine sahip yemlerin kullanılmasıyla herhangi bir etki gösterip göstermeyeceği) farklı açılardan değerlendirilme yapılmasının, balıkların uzun süreli maruz kaldığı ekstrem yetiştiricilik koşullarında (sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve yoğun stok koşullarında) L-karnitin etkilerinin ortaya konulması ve L-karnitin ile diğer besin maddelerinin etkileşimlerinin belirlenmesi amacıyla daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

7.KAYNAKLAR

- ABI-AYAD, A. and KESTEMONT, P. 1994. Comparison of the nutritional status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*, 128, 1-2, 163-176.
- AKYURT, İ. 2004. Balık Besleme. Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitapları No: 3, Hatay, 226 ss.
- ANONYMOUS. 2002. What is L-carnitine? (<http://www.health-pages.com/lc/>) 24.12.2003
- ANONYMOUS, 2006. Fish Base. <http://www.fishbase.org>
- ALPBAZ, A. 1993. Akvaryum tekniği ve balıkları. Mas Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş. İzmir. 403 ss.
- ALPBAZ, A. 2001. Akvaryum balıkları ansiklopedisi. Alp Yayıncılık. İzmir. 214 ss.
- ALTINKÖPRÜ, T. 1983. Japon balıkları. Gül Matbaası. İstanbul. 88s.
- AKSOY, Y. 2006. L-Karnitin uygulanmış yemlerle beslenen ot sazani (*Ctenopharyngodon idella*)'nda büyüme performansının incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 31 ss.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edn., ed. P. Cunniff. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- BANDYOPADHYAY, P. SWAIN, S. K. and MISHRA, S. 2005. Growth and dietary utilisation in Goldfish (*Carassius auratus*) fed diets formulated with various local agro-produces. *Bioresource Technology*, 96: 731-740.
- BARIM, Ö. 1998. Japon havuz balıklarının (*Carassius auratus* L. 1758) havuzlarda üretimi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 30 ss.
- BARIM ÖZ, Ö. ve ÖZDEMİR, Y. 2005. Japon havuz balıklarının (*Carassius auratus* L. 1758) üretimi ve yavruların beslenmesi. Fırat Üniversitesi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Birimi, 3 (2), 97-102.
- BAUMGARTNER, M. and BLUM, L. 1997. L-carnitine. Carnitine-chemistry, biological function and deficiencies Lonza Ltd. Muenchensteinerstrasse 38, CH-4002, Basel. 1-8 pp

- BECKER, K. and FOCKEN, U. 1995. Effect of feed supplementation with L-carnitine on growth, metabolism and body composition of carp (*Cyprinus carpio*, L.). *Aquaculture*, 129: 341-343.
- BECKER, K. SCHREIBER, S. ANGONI, C. and BLUM, R. 1999. Growth performance and feed utilization response of *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* hybrids to L-carnitine measured over a full fattening cycle under commercial conditions. *Aquaculture*, 174: 313-322.
- BILINSKY, E. and JONAS, R.E.E. 1970. Effects of coenzyme-A and carnitine on fatty acid oxidation by rainbow trout mitochondria. *Bangladesh Journal of Fisheries Research*, 27: 857-864.
- CHATZIFOTIS, S. TAKEUCHI, T. and SEIKAI, T. 1995. The effect of dietary L-carnitine on growth performance and lipid composition in red sea bream fingerlings. *Fish. Sci.* 61(6): 1004-1008.
- CHATZIFOTIS, S. and TAKEUCHI, T. 1997. Effect of supplemental carnitine on body weight loss, proximate and lipid compositions and carnitine content of red sea bream (*Pagrus major*) during starvation. *Aquaculture*, 158: 129-140.
- CHATZIFOTIS, S. TAKEUCHI, T. WATANABE, T. and SATOH, S. 1997. The effect of dietary carnitine on growth of rainbow trout fingerlings. *Fish. Sci.* 63(2): 321-322.
- ÇALIM, Ç. 2010. Japon Balığı (*Carassius auratus*) ve Lepistes (*Poecilia reticulata*) larvalarında artemia ve mikrokapsül yem gereksinimlerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 31 ss.
- ÇETİNKAYA, O. 1995. Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Van, Yayın No: 9, 138 ss.
- DEMİRİSOY, A. 1993. Yaşamın temel kuralları. Omurgalılar/Anamniyota, Cilt III Kısım I, Meteksan A.Ş. Baskı Tesisleri, Ankara, 684 ss.
- DE SILVA S.S. and ANDERSON, T. A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman&Hall Series, London. 319 pp.
- DER YANG, S. CHUAN WEN, Y. HWA LIOU, C. and GUANG LIU, F. 2009. Influence of dietary L-carnitine on growth, biological traits and meat quality in tilapia. *Aquaculture Research*, 40: 1374-1382

- DIAS, J. ARZEL, J. CORRAZE, G. and KAUSHIK, J. 2001. Effects of dietary L-carnitine supplementation on growth and lipid metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture Research*, 32(1): 206-215.
- DİKEL, S. ALEV, M. V. KİRİŞ, G. A. ve ÇELİK, M. 2003. Kafes koşullarında L-karnitinin Nil tilapyelerinin (*Oreochromis niloticus*) besi performansları üzerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27: 663-669
- DİKEL, S. ÜNALAN, B. EROLDOĞAN, O.T. ve ÖZLÜER HUNT, A. 2010. Effects of dietary L-Caritine supplementation on growth , muscle fatty acid composition and economic profit of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 10: 173-180.
- DÜZGÜNEŞ, O. KESİCİ, T. ve GÜRBÜZ, F. 1993. İstatistik Metotları II. Baskı. Ankara Üniversitesi Yayınları: 1291, 218 ss.
- EKİNGEN, G. 1988. Balık Sistematiği. Tolga Ofset. Elazığ. 225s
- FOCKEN, U. BECKER, K. and LAWRENCE, P. 1997. A note on the effects of L-carnitine on the energy metabolism of individually reared carp, (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition*, 3(4): 261-264.
- GAYLORD, T.G., and GATLIN, D.M. III. 2000. Dietary lipid level but not L-carnitine affects growth performance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ X *Morone saxatilis* ♂). *Aquaculture*, 190: 237-246.
- GROTH, A. 1997. Effects of L-carnitine on growth, survival and body composition of juvenile Tiger Shrimps, *Penaeus monodon* (Fabricius 1798), in pond culture. Diplomarbeit, Thesis, Universitat Bremen. Fachbereich Biologie/Chemie.
- HAJI-ABADI, S.M.A.J. SOOFIANI, N.M. SADEGHI, A.S. CHAMANI, M. and RIAZI, G.H. 2010. Effects of supplemental dietary L-Carnitine and ractopamine on the performance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, 41: 1582-1591.
- HARPAZ, S. BECKER, K. and BLUM, R. 1999. The effect of dietary L-carnitine supplementation on cold tolerance and growth of the ornamental chichlid fish (*Pelvicachromis pulcher*) preliminary results. *Journal of Thermal Biology*, 24: 57-62.

- HEKİMOĞLU, M.A. ŞANSLI Ş. ve SAYGILI, H. 2005. İzmir merkez ilçelerindeki akvaryum işletmelerinin genel profilinin çıkarılması üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2): 119-123.
- HEKİMOĞLU, M.A. 2005. Renkli tanklarda japon balıklarının (*Cyprinus auratus*, 1778) renklendirilmesi ve gelişmesi üzerine bir çalışma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2): 137-123.
- HOŞSU, B. KORKUT, A.Y. ve FIRAT, A. 2003. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 50, Bornova-İzmir, 265 ss.
- JAYAPRAKAS, V. SAMBHU, C. and KUMA, S.S. 1996. Effect of dietary L-carnitine on growth and reproductive performance of male *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Fishery Technology*, 33 (2): 84-90.
- JI, H. BRADLEY, T. M. and TREMBLAY, G.C. 1996. Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed L-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. *Journal of Nutrition*, 126: 1937-1950.
- KESHAVANATH, P. and RENUKA, P. 1998. Effect of dietary L-carnitine supplements on growth and body composition of fingerling rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Aquaculture Nutrition*, 4: 83-87.
- LOCHMANN, R.T. and PHILIPS, H. 1994. Dietary protein requirement of juvenile Golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquaculture*. 128, 314: 277-285.
- LONZA, 1997. Technical Knowledge. Recommendations (unpubl). Lonza Ltd, Muenchensteinerstrasse 38, CH-4002, Basel, 7 pp.
- MA, J.J. XU, Z.R. SHAO, Q.J. XU, J.Z. HUNG, SILAS. S.O. HU, W.L. and ZHUO, L.Y. 2008. Effect of dietary supplemental L-Carnitine on growth performance, body composition and antioxidant status in juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*). *Aquaculture Nutrition*, 14: 464-471.
- MOHSENI, M. SEYFABADI, J. POURALI, H. POURKAZEMI, M. and BAHREMI, M. 2008-a. Effects of supplemental dietary L-Carnitine on growth and body composition of beluga (*Huso huso*) juveniles. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 7(2s): 157-170.

- MOHSENI, M. OZORIO, R.O.A. POURKAZEMI, M. and BAI, S.C. 2008-b. Effects of dietary L-Carnitine supplements on growth and body composition in beluga sturgeon (*Huso huso*) juveniles. *J.Appl. Ichthyol*, 24: 646-649
- NOGUEIRA, N. CORDEIRO, N. CANADA, P. PAULA CRUZ E SILVA. and OZORIO, R.O.A. 2010. Separate and combined effects of cyclic fasting and L-Carnitine supplementation in red pargy (*Pagrus pagrus*, L. 1758). *Aquaculture Research*. 41: 795-806.
- NRC, 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- PECHSIRI, J. and YAKUPITIYAGE, A. 2005. A comparative study of growth and feed utilization efficiency of sex-reversed diploid and triploid Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 36: 45-51.
- RODEHUTSCORD, M. 1995. Effects of supplemental dietary L-carnitine on growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high-fat diets. *J. Anim Physiol. Anim. Nutr*, 73: 276-279.
- SANTULLI, A. and D'AMELIO, V. 1986. Effects of supplemental dietary carnitine on the growth and lipid metabolism of hatchery-reared sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 59: 177-186.
- SCHLECHTRIEM, C. BRESLER, V. FISHELSON, L. ROSENFELD, M. and BECKER, K. 2004. Protective effects of dietary L-carnitine on tilapia hybrids (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*) reared under intensive pond-culture conditions. *Aquaculture Nutrition*, 10: 55-63.
- SCHREIBER, S. BECKER, K. BRESLER, V. and FISHELSON, L.E. 1997. Dietary L-carnitine protects the gills and skin of guppies (*Poecilia reticulata*) against anionic xenobiotics. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 117(1): 99-102.
- SILVA, F. C. P. NICOLI, J.R. ZAMBONINO-INFANTE, JOSÉ L. LE GALL, M.M. KAUSHIK, S. and GATESOUBE, F.J. 2010. Influence of partial substitution of dietary fish meal on the activity of digestive enzymes in the intestinal brush border membrane of gilthead sea bream, *Sparus aurata* and goldfish, *Carassius auratus*. *Aquaculture*, 306: 233-237.
- SINGH, R.K. DESAI, A.S. CHAVAN, S.L. and KHANDAGALE, P.A. 2008. Effects of varying concentrations of L-Carnitine incorporated diets on growth and body

- composition of fry of *Cirrhinus mrigala* (hamilton,1822). *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 275–280
- TAŞBOZAN, O. 2005. L-karnitin ve farklı yağ seviyeleri ile hazırlanan yemlerle beslenen çipuraların (*Sparus aurata*) büyüme performansı ve vücut kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 105 ss.
- TAŞBOZAN, O. ve GÖKÇE, M. A. 2007. L-karnitin ve akuakültürde kullanımı. Ulusal Su Günleri, 16-18 Mayıs 2007, Antalya. 694-703.
- TORREELE, E. SLUISZEN, A.V.D. and VERRETH, J. 1993. The effect of dietary L-carnitine on the growth performance in fingerlings of the African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to dietary lipid. *British Journal of Nutrition*, 69: 289-299.
- TÜRKMEN, G. ve ALPBAZ, A. 2001. Türkiye'ye ithal edilen akvaryum balıkları ve sonuçları üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi. 18(3-4): 483-493.
- TREMBLAY, G.C. and BRADLEY, T.M., 1992. L-carnitine protects fish against acute ammonia toxicity. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 101C(2): 349-351.
- TWIBELL, R.G. and BROWN, P.B. 2000. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of hybrid striped bass (*Morone chrysops*♀ X *Morone saxatilis* ♂). *Aquaculture*, 187: 153-161.
- WELCOMME, R.L. 1988. International Introductions of Inland Aquatic Species. FAO fish. Technical Paper No: 294. Rome. 318 pp.
- XIN, H.G. and DAHL, T. 2000. Improved high-performance liquid chromatographic method for analysis of L-carnitine. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical analysis*. 23(2-3):315-321.
- YAĞCIOĞLU, G. 2005. Yemlere eklenen L-Karnitinin kuruma karidesi *Marsupenaeus japonicus* (Padaeidae:decapoda) juvenillerinin büyüme, yaşama oranı, proximate kompozisyonu ve soğuğa toleransı üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Antakya. 31 ss.

- YANAR, M. ve TEKELİOĞLU, N. 1999. Balık büyüklüğünün Japon balıklarında (*Carassius auratus*) pigmentasyon üzerine etkisi. *Turkish Journal of Biology*, (23) 101-105
- YANAR, M. ERÇEN, Z. HUNT, A. ve BÜYÜKÇAPAR, H.M. 2008. The use of alfalfa (*Medicago sativa*) as a natural carotenoid source in diets of Goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 284: 196-200.

ÖZGEÇMİŞ

Nurullah ARSLAN 1987 yılında İzmir'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir'de tamamladı. 2004 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 2009'dan beri Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.